

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Hiroaki KATO, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: VEHICLE MOTION CONTROL METHOD AND VEHICLE MOTION CONTROL APPARATUS

**REQUEST FOR PRIORITY**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

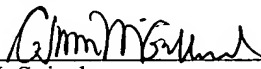
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-099314	April 2, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

**C. Irvin McClelland**  
**Registration Number 21,124**

Customer Number

**22850**

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月 2日  
Date of Application:

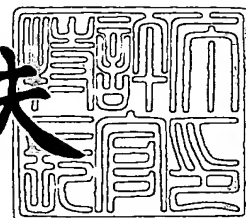
出願番号 特願2003-099314  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-099314]

出願人 豊田工機株式会社  
Applicant(s):

2004年 3月 9日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3018459

【書類名】 特許願

【整理番号】 112287

【提出日】 平成15年 4月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B62D 6/00

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

    【氏名】 加藤 博章

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

    【氏名】 樺山 峰一

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地 豊田工機株式会社内

    【氏名】 太田 貴之

【特許出願人】

    【識別番号】 000003470

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地

    【氏名又は名称】 豊田工機株式会社

    【代表者】 湯野川 孝夫

【代理人】

    【識別番号】 100095795

    【住所又は居所】 名古屋市中区栄 1 丁目 2 2 番 6 号

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 田下 明人

【選任した代理人】

    【識別番号】 100098567

    【住所又は居所】 名古屋市中区栄 1 丁目 2 2 番 6 号

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 加藤 壯祐

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 054874

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9205099

【包括委任状番号】 9114445

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両の運動制御方法および車両の運動制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車体に対して上下方向の軸の回りに発生する車両の挙動量に基づき得られる当該車両のステア特性に基づいて、当該車両の操舵制御または駆動力制御を行う車両の運動制御方法であって、

前記車両の挙動量を取得する挙動量取得ステップと、

前記挙動量を微分演算して挙動量微分値を求める微分演算ステップと、

前記挙動量微分値に基づいて前記車両のステア特性を判定するステア特性判定ステップと、

を含むことを特徴とする車両の運動制御方法。

【請求項 2】 前記挙動量は、前記車両の前方車輪の前輪スリップ角と前記車両の後方車輪の後輪スリップ角との角度差であることを特徴とする請求項 1 に記載の車両の運動制御方法。

【請求項 3】 前記ステア特性判定ステップは、

前記挙動量がアンダーステア特性に該当するものであっても、ニュートラルステア判定値に近傍の所定のアンダーステア判定値を超え、かつ前記挙動量微分値が正である場合に、オーバーステア特性であると判定するオーバーステア特性判定ステップと、

前記挙動量がオーバーステア特性に該当するものであっても、ニュートラルステア判定値に近傍の所定のオーバーステア判定値を下回り、かつ前記挙動量微分値が負である場合に、アンダーステア特性であると判定するアンダーステア特性判定ステップと、

を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の車両の運動制御方法。

【請求項 4】 前記車両の操舵制御または駆動力制御を行う目標値となる目標制御量を演算する目標制御量演算ステップと、

前記挙動量および前記目標制御量の偏差に基づいて比例制御量を演算する比例制御量演算ステップと、

前記比例制御量が前記車両のオーバーステア抑制制御時でのオーバーステアを増長する制御に作用するものであるときには、当該比例制御量をほぼゼロに設定する比例制御量ゼロ設定ステップと、を含むことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載の車両の運動制御方法。

【請求項 5】 前記操舵制御は、ステアリングホイールと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中に電動モータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変手段を制御する伝達比可変制御ステップにより行われることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一項に記載の車両の運動制御方法。

【請求項 6】 車体に対して上下方向の軸の回りに発生する車両の挙動量に基づき得られる当該車両のステア特性に基づいて、当該車両の操舵制御または駆動力制御を行う車両の運動制御装置であって、

前記車両の挙動量を取得する挙動量取得手段と、

前記挙動量を微分演算して挙動量微分値を求める微分演算手段と、

前記挙動量微分値に基づいて前記車両のステア特性を判定するステア特性判定手段と、

を備えることを特徴とする車両の運動制御装置。

【請求項 7】 前記挙動量は、前記車両の前方車輪の前輪スリップ角と前記車両の後方車輪の後輪スリップ角との角度差であることを特徴とする請求項 6 に記載の車両の運動制御装置。

【請求項 8】 前記ステア特性判定手段は、

前記挙動量が所定のアンダーステア判定値を超え、かつ前記挙動量微分値が正である場合に、オーバーステア特性であると判定するオーバーステア特性判定手段と、

前記挙動量が所定のオーバーステア判定値を下回り、かつ前記挙動量微分値が負である場合に、アンダーステア特性であると判定するアンダーステア特性判定手段と、

を備えることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の車両の運動制御装置。

【請求項 9】 前記車両の操舵制御または駆動力制御を行う目標値となる目標制御量を演算する目標制御量演算手段と、

前記挙動量および前記目標制御量の偏差に基づいて比例制御量を演算する比例制御量演算手段と、

前記比例制御量が前記車両のオーバーステア抑制制御時でのオーバーステアを増長する制御に作用するものであるときには、当該比例制御量をほぼゼロに設定する比例制御量ゼロ設定手段と、

を備えることを特徴とする請求項 6～8 のいずれか一項に記載の車両の運動制御装置。

【請求項 10】 前記操舵制御は、ステアリングホイールと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中に電動モータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変手段を制御する伝達比可変制御手段により行われることを特徴とする請求項 6～9 のいずれか一項に記載の車両の運動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車体に対して上下方向の軸の回りに発生する車両の挙動量に基づき得られる当該車両のステア特性に基づいて、当該車両の操舵制御または駆動力制御を行う車両の運動制御方法および車両の運動制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

オーバーステア、アンダーステア、ニュートラルステアといった車両のステア特性を推定する技術として、例えば、図 15 に示すような車両の 2 輪モデルを用いて、車速  $V$ 、実舵角  $\delta$  等に基づき前輪スリップ角  $\beta_f$  と後輪スリップ角  $\beta_r$  とを推定しこれらの差分 ( $\beta_f - \beta_r$ ) から車両の挙動量を求めて推定するものや、同モデルを用いて算出した目標ヨーレートとヨーレートセンサより出力される実ヨーレートとの偏差から車両の挙動量を求めて推定するもの等が開示されている(特許文献 1～3)。そしてこのようなステア特性は、車両の挙動量に基づいてフィードバック制御を行うことにより、車両の挙動安定性を高めるシステムに利用されている。

【0003】

**【特許文献 1】**

特開平 5 - 2 9 4 1 7 3 号公報（第 2 頁～第 1 2 頁、図 1 ～図 4）

**【特許文献 2】**

特開平 7 - 2 5 2 5 6 号公報（第 2 頁～第 7 頁、図 1 ～図 1 2）

**【特許文献 3】**

特開 2 0 0 0 - 1 4 2 3 6 2 号公報（第 2 頁～第 6 頁、図 1 ～図 3）

**【0 0 0 4】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、このような車両の 2 輪モデルを用いてステア特性を推定する従来の技術では、例えば、運転者がステアリングホイールを切ることにより生ずる車両の目標ヨーレイトとそれをセンサが検出して得られる実ヨーレイトとの偏差を得てからステア特性を推定する。そのため、ステア特性を判定する処理が遅れて実行されることから、ステア特性に基づいて車両の挙動安定性を高めるシステムにおいては、より高速に挙動安定性を確保するうえでの技術的な障害になり得るという問題がある。

**【0 0 0 5】**

また、このような車両の挙動安定性を高めるシステムでは、ステア特性を判定する処理が遅れて実行されることにより、例えば高度な運転技術を習得した熟練運転者に対しては、コーナリングにおけるステアリング操作時のカウンタステア動作等が遅れて制御されているような操舵感覚を与え得るという問題がある。このことは、前後輪のスリップ角の差分（ $\beta_f - \beta_r$ ）を求めてからステア特性を推定する場合も同様である。

**【0 0 0 6】**

一方、このようなステア特性と車両の挙動量に基づいてフィードバック制御を行うことにより車両の挙動安定性を高めるシステムにおいては、例えばフィードバック制御の応答性を高める制御が、さらなるオーバーステアを増長させる結果を招き得る場合もあるため、却って車両の挙動安定性の確保を妨げるという問題も発生し得る。

**【0 0 0 7】**



本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、車両の挙動安定性を向上し得る車両の運動制御方法および車両の運動制御装置を提供することにある。

また、本発明のさらなる目的は、運転者による操舵感覚の違和感を抑制し得る車両の運動制御方法および車両の運動制御装置を提供することにある。

#### 【 0 0 0 8 】

##### 【課題を解決するための手段および発明の作用・効果】

上記目的を達成するため、請求項 1 の車両の運動制御方法では、車体に対して上下方向の軸の回りに発生する車両の挙動量に基づき得られる当該車両のステア特性に基づいて、当該車両の操舵制御または駆動力制御を行う車両の運動制御方法であって、前記車両の挙動量を取得する挙動量取得ステップと、前記挙動量を微分演算して挙動量微分値を求める微分演算ステップと、前記挙動量微分値に基づいて前記車両のステア特性を判定するステア特性判定ステップと、を含むことを技術的特徴とする。なお、「上下方向の軸」とは、車両の前後方向を x 軸、車両の車幅方向を y 軸、車両の高さ方向を z 軸とした場合における当該 z 軸に相当するものである（以下同じ）。

#### 【 0 0 0 9 】

また、請求項 6 の車両の運動制御装置では、車体に対して上下方向の軸の回りに発生する車両の挙動量に基づき得られる当該車両のステア特性に基づいて、当該車両の操舵制御または駆動力制御を行う車両の運動制御装置であって、前記車両の挙動量を取得する挙動量取得手段と、前記挙動量を微分演算して挙動量微分値を求める微分演算手段と、前記挙動量微分値に基づいて前記車両のステア特性を判定するステア特性判定手段と、を備えることを技術的特徴とする。

#### 【 0 0 1 0 】

請求項 1 および請求項 6 の発明では、車体に対して上下方向の軸の回りに発生する車両の挙動量を取得し、この挙動量を微分演算して求められた挙動量微分値に基づいて車両のステア特性を判定する。これにより、車両の挙動量を微分演算すると当該挙動量の位相が進むので、車両の運動状態がオーバーステアに移行するのか、アンダーステアに移行するのかといったステア特性の移行傾向を早期に

求めることができる。したがって、当該車両の操舵制御または駆動力制御の開始タイミングを早めることができるため、車両の挙動安定性を向上させることができる。

#### 【0011】

請求項2の車両の運動制御方法では、請求項1に記載の車両の運動制御方法において、前記挙動量は、前記車両の前方車輪の前輪スリップ角と前記車両の後方車輪の後輪スリップ角との角度差であることを技術的特徴とする。

#### 【0012】

また、請求項7の車両の運動制御装置では、請求項6に記載の車両の運動制御装置において、前記挙動量は、前記車両の前方車輪の前輪スリップ角と前記車両の後方車輪の後輪スリップ角との角度差であることを技術的特徴とする。

#### 【0013】

請求項2および請求項7の発明では、車両の挙動量は、車両の前方車輪の前輪スリップ角と車両の後方車輪の後輪スリップ角との角度差であることから、例えば、ヨーレイトを求めたり検出することなく、車両のステア特性を判定することができる。なお、この前輪スリップ角と後輪スリップ角との角度差は、例えば、当該車両の操舵輪の実舵角と当該車両の速度とに基づいて求められる。これにより、前輪スリップ角および後輪スリップ角を求める必要がないので、それぞれのスリップ角を検出する検出手段等（例えば検出センサ等）を設けることなく、車両のステア特性を判定することができる。

#### 【0014】

請求項3の車両の運動制御方法では、請求項1または2に記載の車両の運動制御方法において、前記ステア特性判定ステップは、前記挙動量がアンダーステア特性に該当するものであっても、ニュートラルステア判定値に近傍の所定のアンダーステア判定値を超え、かつ前記挙動量微分値が正である場合に、オーバーステア特性であると判定するオーバーステア特性判定ステップと、前記挙動量がオーバーステア特性に該当するものであっても、ニュートラルステア判定値に近傍の所定のオーバーステア判定値を下回り、かつ前記挙動量微分値が負である場合に、アンダーステア特性であると判定するアンダーステア特性判定ステップと、

を含むことを技術的特徴とする。

【0015】

また、請求項8の車両の運動制御装置では、請求項6または7に記載の車両の運動制御装置において、前記ステア特性判定手段は、前記挙動量がアンダーステア特性に該当するものであっても、ニュートラルステア判定値に近傍の所定のアンダーステア判定値を超え、かつ前記挙動量微分値が正である場合に、オーバーステア特性であると判定するオーバーステア特性判定手段と、前記挙動量がオーバーステア特性に該当するものであっても、ニュートラルステア判定値に近傍の所定のオーバーステア判定値を下回り、かつ前記挙動量微分値が負である場合に、アンダーステア特性であると判定するアンダーステア特性判定手段と、を備えることを技術的特徴とする。

【0016】

請求項3および請求項8の発明では、挙動量がアンダーステア特性に該当するものであっても、ニュートラルステア判定値に近傍の所定のアンダーステア判定値を超えかつ挙動量微分値が正である場合にはオーバーステア特性であると判定され、挙動量がオーバーステア特性に該当するものであっても、ニュートラルステア判定値に近傍の所定のオーバーステア判定値を下回りかつ挙動量微分値が負である場合にはアンダーステア特性であると判定される。これにより、操舵輪がニュートラルステアに近いアンダーステア状態からオーバーステア状態に移行しつつあるようなステア特性であっても、また操舵輪がニュートラルステアに近いオーバーステア状態からアンダーステア状態に移行しつつあるようなステア特性であっても、そのような移行傾向を早期に求めることができる。したがって、当該車両の操舵制御または駆動力制御の開始タイミングを早めることができるため、車両の挙動安定性を向上させることができる。

【0017】

請求項4の車両の運動制御方法では、請求項1～3のいずれか一項に記載の車両の運動制御方法において、前記車両の操舵制御または駆動力制御を行う目標値となる目標制御量を演算する目標制御量演算ステップと、前記挙動量および前記目標制御量の偏差に基づいて比例制御量を演算する比例制御量演算ステップと、

前記比例制御量が前記車両のオーバーステア抑制制御時でのオーバーステアを増長する制御に作用するものであるときには、当該比例制御量をほぼゼロに設定する比例制御量ゼロ設定ステップと、を含むことを技術的特徴とする。

【0018】

また、請求項9の車両の運動制御装置では、請求項6～8のいずれか一項に記載の車両の運動制御装置において、前記車両の操舵制御または駆動力制御を行う目標値となる目標制御量を演算する目標制御量演算手段と、前記挙動量および前記目標制御量の偏差に基づいて比例制御量を演算する比例制御量演算手段と、前記比例制御量が前記車両のオーバーステア抑制制御時でのオーバーステアを増長する制御に作用するものであるときには、当該比例制御量をほぼゼロに設定する比例制御量ゼロ設定手段と、を備えることを技術的特徴とする。

【0019】

請求項4および請求項9の発明では、比例制御量が車両のオーバーステア抑制制御時でのオーバーステアを増長する制御に作用するものであるときには当該比例制御量がほぼゼロに設定される。これにより、たとえ早期に求めたステア特性の移行傾向をトリガとして比例微分制御を行っても、比例制御量が車両のオーバーステア抑制制御時でのオーバーステアを増長する制御に作用するものであるときには、比例制御量がほぼゼロに設定されるので、オーバーステアの増長を防止することができる。したがって、車両の挙動安定性をさらに向上させることができる。

【0020】

請求項5の車両の運動制御方法では、請求項1～4のいずれか一項に記載の車両の運動制御方法において、前記操舵制御は、ステアリングホイールと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中に電動モータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変手段を制御する伝達比可変制御ステップにより行われることを技術的特徴とする。

【0021】

また、請求項10の車両の運動制御装置では、請求項6～9のいずれか一項に記載の車両の運動制御装置において、前記操舵制御は、ステアリングホイールと

操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中に電動モータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変手段を制御する伝達比可変制御手段により行われることを技術的特徴とする。

#### 【0022】

請求項5および請求項10の発明では、操舵制御は、ステアリングホイールと操舵輪とを連結する操舵伝達系の途中に電動モータの駆動により伝達比を可変する伝達比可変手段を制御する伝達比可変ステップ（または伝達比可変制御手段）により行われる。これにより、いわゆる可変ギヤ比システム（以下「VGRS」という）において車両の挙動安定性を高める制御が行われる場合であっても、早期に求められたステア特性の傾向に基づいて、例えばカウンタステア制御等のスピン防止制御を早いタイミングから開始することができる。したがって、車両の挙動安定性を向上させることができるとともに、高度な運転技術を習得した熟練運転者等に対して与え得る操舵感覚の違和感を抑制することができる。なお、VGRSは、Variable Gear Ratio System の略称で、登録商標である。

#### 【0023】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の車両の運動制御方法および車両の運動制御装置を適用した車両運動制御装置の実施形態について図を参照して説明する。

まず本実施形態に係る車両運動制御装置20の機械的構成について図1に基づいて説明する。図1に示すように、車両運動制御装置20は、ステアリングホイール21、ステアリング軸22、ピニオン軸23、EPSアクチュエータ24、ロッド25、操舵角センサ26、トルクセンサ28、EPS\_ECU 30、ギヤ比可変機構32、VGRS\_ECU 40等から構成されている。

#### 【0024】

ステアリングホイール21には、ステアリング軸22の一端が接続されており、このステアリング軸22の他端側にはギヤ比可変機構32の入力側が接続されている。またこのギヤ比可変機構32の出力側には、ピニオン軸23の一端側が接続され、ピニオン軸23の他端側には、EPSアクチュエータ24の入力側が接続されている。

**【 0 0 2 5 】**

ギヤ比可変機構 3 2 は、モータ、減速機等から構成されており、VGRS\_ECU 4 0 により制御されるモータの駆動によって入出力の伝達比を可変し得るように構成されている。そのため、運転者によるステアリングホイール 2 1 の操作によってギヤ比可変機構 3 2 に入力されるステアリング軸 2 2 の回転は、ギヤ比可変機構 3 2 の伝達比に従った回転としてピニオン軸 2 3 に出力される。

**【 0 0 2 6 】**

E P S アクチュエータ 2 4 は、電気式動力舵取装置であり、図示しないラック・ピニオンギヤ等により、ピニオン軸 2 3 によって入力された回転運動をロッド 2 5 の軸方向運動に変換して出力し得るとともに、EPS\_ECU 3 0 により制御されるアシストモータによって操舵状態に応じたアシスト力を発生させ得るように構成されている。このロッド 2 5 には操舵輪 F R、F L が装着されている。また、この E P S アクチュエータ 2 4 には、操舵輪 F R、F L による操舵角である実舵角を検出する実舵角センサが内蔵され、これにより検出されたデータが EPS\_ECU 3 0 に出力され得るように構成されている。

**【 0 0 2 7 】**

なお、図 1 には示されていないが、EPS\_ECU 3 0、VGRS\_ECU 4 0 は、それぞれ、マイクロコンピュータ、メモリ装置、A/D 変換器、インタフェース装置等からなる情報処理装置で、E C U (Electronic Control Unit の略称) と呼ばれる電子制御ユニットである。これらは、互いに車内ネットワーク (Controller Area Network) 8 0 により接続されているとともに、この車内ネットワーク 8 0 を介して後述する車輪速センサ W S a ~ W S d、ヨーレイトセンサ Y R 等から各種検出情報を得られるように構成されている (図 1 4 参照)。なお車速は、車輪速センサ W S a ~ W S d から得られた車輪速情報に基づいた演算処理により算出されている。

**【 0 0 2 8 】**

このように構成することによって、ギヤ比可変機構 3 2 および VGRS\_ECU 4 0 では、モータと減速機により、入力ギヤに対する出力ギヤの比を車速に応じてリアルタイムに変更し、ステアリング軸 2 2 の操舵角に対するピニオン軸 2 3 の出力

角の比を可変する。また、EPS アクチュエータ 2 4 および EPS\_ECU 3 0 では、トルクセンサ 2 8 および車輪速センサ W Sa ~ W S d により得られた運転者の操舵状態や車速に応じて、運転者の操舵をアシストするアシスト力をモータにより発生させる。

#### 【 0 0 2 9 】

次に、車両運動制御装置 2 0 の EPS\_ECU 3 0 および VGRS\_ECU 4 0 による車両運動制御処理の制御ブロックを図 2 に基づいて説明する。

図 2 に示すように、車両運動制御装置 2 0 では、EPS\_ECU 3 0 および VGRS\_ECU 4 0 により車両運動制御処理が行われている。

#### 【 0 0 3 0 】

EPS\_ECU 3 0 による制御処理（A F S 制御演算 3 0 a、トルク慣性補償制御 3 0 b、アシスト制御 3 0 c、ハンドル戻し制御 3 0 d、ダンパ補償制御 3 0 e）では、車内ネットワーク 8 0 等を介して得られる操舵トルク情報や車輪速情報が EPS\_ECU 3 0 に入力されることにより、車速に対応して一義的に定められる EPS アクチュエータ 2 4 のアシストモータ 2 4 m の電流指令値を図略のモータ電流マップから決定する処理を行い、決定した電流指令値に応じたモータ電圧をモータ駆動回路によりモータ 2 4 m に供給する。これにより、EPS アクチュエータ 2 4 および EPS\_ECU 3 0 では、運転者の操舵状態や車速に応じて、運転者の操舵をアシストするアシスト力をアシストモータ 2 4 m により発生させている。なお A F S は、Active Front light System の略称、登録商標で、フロントライトの角度をステアリングホイール 2 1 の角度に応じて変更するシステムのである。

#### 【 0 0 3 1 】

また、EPS\_ECU 3 0 では、車速、操舵角、ヨーレート等に基づいて、後述するように、ギヤ比可変機構 3 2 による A C T 角度を決定する処理を行い、これを A C T 角度指令として VGRS\_ECU 4 0 と共に有する共有メモリ等を介して VGRS\_ECU 4 0 に渡す処理を行う。これにより、EPS\_ECU 3 0 から A C T 角度指令を受け取った VGRS\_ECU 4 0 は、V G R S 制御処理 4 0 a（フィードフォワード (FF) 演算、フィードバック (FB) 演算）により A C T 角度指令に応じたモータ電圧をモータ駆動回路によりモータ 3 2 m に供給する処理を行うとともに、電流センサにより検出

されたモータ 32m に対する A C T 電流指令や、回転角センサにより検出されたモータ 32m の回転角である A C T 角度を、当該共有メモリを介して EPS\_ECU 30 に渡す処理を行う。そして、この A C T 電流指令や A C T 角度は、EPS\_ECU 30 の A F S 制御演算 30a による A C T 角度指令を演算する処理に用いられる。これにより、VGRS\_ECU 40 では、モータ 32m と減速機によって入力ギヤに対する出力ギヤの比を、車速、操舵角、ヨーレイト等に基づく車両の運動状態に応じリアルタイムに変更し、ステアリング軸 22 の操舵角に対するピニオン軸 23 の比を可変することができる。

#### 【0032】

このように、EPS\_ECU 30 による A F S 制御演算 30a では、VGRS\_ECU 40 に受け渡す A C T 角度指令をヨーレイトに基づいた演算処理により求め、車体の z 軸回りに発生する車両の挙動量に基づくステア特性をも考慮してギヤ比可変機構 32 のギヤ比を決定している。そのため、車両の挙動量に基づくステア特性（オーバーステアおよびアンダーステアの傾向）を EPS\_ECU 30 がより早く取得することにより、VGRS\_ECU 40 に対する的確な A C T 角度指令を早めに出力することができるので、本車両運動制御装置 20 による車両の挙動安定性の向上につなげることが可能となる。

#### 【0033】

ここで、車両の挙動量に基づくステア特性を早期に取得（判定）するステア特性判定処理と、このステア特性に基づいて A C T 角度指令を VGRS\_ECU 40 に出力する A C T 角度指令処理を、図 3 ～図 9 に基づいて説明する。なおこれらの処理は、EPS\_ECU 30 の A F S 制御演算 30a により行われるものである。また、オーバーステアのことを「O S」、アンダーステアのことを「U S」、ニュートラルステアのことを「N S」と以下略記することがあるので留意されたい。

#### 【0034】

まず、図 3 を参照して A F S 制御演算 30a による制御ブロックを説明する。

図 3 に示すように、A F S 制御演算 30a は、前述したステアリングギヤ比を車両の速度や挙動量に応じて可変制御する A C T 角度指令を演算する処理のほかに、車両モデル演算処理 30a1、ステア特性演算処理 30a2、ヨーレイトフィー



ドバック処理 30a4、スリップ角フィードバック処理 30a5、ヨー角フィードバック演算処理 30a6、P 制御補償方向判定処理 30a7、A C T 角度指令演算処理 30a8を含んで構成している。

### 【0035】

車両モデル演算処理 30a1は、E P S アクチュエータ 24 の実舵角センサによる実舵角  $\delta$  と車輪速センサ W S a ~ W S d による車速  $V$  とから、車両の挙動量に対する目標スリップ角  $\beta$  および目標ヨーレート  $r$  を算出するもので、例えば、図 15 に示す 2 輪モデルに基づく次式(1) および式(2) を変形した式(3) によって、サンプリング時間  $S_t$  における前回値(k-1) から、今回値  $\beta(k)$  、  $r(k)$  を算出している。この車両モデル演算処理 30a1により算出された目標スリップ角  $\beta$  は、スリップ角フィードバック処理 30a5の比較基準値として用いられる。また目標ヨーレート  $r$  は、ステア特性演算処理 30a2、ヨーレートフィードバック処理 30a4およびヨー角フィードバック演算処理 30a6に、それぞれ用いられる。

### 【0036】

#### 【数 1】

$$mV \frac{d\beta}{dt} + 2(K_f + K_r) \beta + \left[ mV + \frac{2}{V} (L_f K_f - L_r K_r) \right] r = 2K_f \delta \quad \cdots(1)$$

$$2(L_f K_f - L_r K_r) \beta + I \frac{dr}{dt} + \frac{2(L_f^2 K_f + L_r^2 K_r)}{V} = 2L_f K_f \delta \quad \cdots(2)$$

### 【0037】

## 【数 2】

$$\begin{bmatrix} \beta(k) \\ r(k) \end{bmatrix} = \left( \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} S_t \cdot V(k-1) + \begin{bmatrix} \frac{-2(K_f + K_r)}{m} & \frac{-2(L_f K_f - L_r K_r)}{m} \\ \frac{-2(L_f K_f - L_r K_r)}{I} & \frac{-2(L_f^2 K_f + L_r^2 K_r)}{I} \end{bmatrix} \cdot \frac{S_t}{V(k-1)} \right) \begin{bmatrix} \beta(k-1) \\ r(k-1) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{2K_f}{m} \\ \frac{2L_f K_f}{I} \end{bmatrix} S_t \cdot \delta(k-1) \quad \cdots(3)$$

## 【0038】

ここで、式(1)、式(2) および式(3) において、 $m$ は車両慣性質量、 $V$ は車速、 $\beta$ は車体スリップ角（車両重心点滑り角）、 $K_f$  はフロントコーナリングパワー、 $K_r$  はリヤコーナリングパワー、 $L_f$  は車両重心点と前輪車軸との距離、 $L_r$  は車両重心点と後輪車軸との距離、 $\delta$ は実舵角、 $I$ はヨーイング慣性モーメント、 $r$ はヨーレイト、 $S_t$  はサンプリング時間である。なお、式(1)～(3) 中の $\beta$ ：車体スリップ角、 $r$ ：ヨーレイトは、本車両モデル演算処理30a1で算出する目標スリップ角 $\beta$ 、目標ヨーレイト $r$ にそれぞれ対応するものである。

## 【0039】

ステア特性演算処理30a2は、実舵角 $\delta$ 、車速 $V$ 、実ヨーレイト $r_s$  または目標ヨーレイト $r$ に基づいて、あるいは実舵角 $\delta$ 、車速 $V$ および目標ヨーレイト $r$ に基づいて、前輪（操舵輪FR、FL）スリップ角度と後輪（従動輪RR、RL）スリップ角度との差を求め、この差を微分演算した結果から、車両がオーバーステア、アンダーステアまたはニュートラルステアのいずれの状態にあるかを判定するものである。当該角度差は、具体的には、式(4)により前輪スリップ角度 $\beta_f$  および式(5)により後輪スリップ角度 $\beta_r$  をそれぞれ求める場合と、式(6)により前後輪スリップ角度差 $\beta_{fr}$ を求める場合とがある。後者は、前者に比べ目標スリップ角 $\beta$ を必要とすることなく前後輪スリップ角度差 $\beta_{fr}$ を算出できることから、演算処理を高速に実行することができる。式(6)において、 $L$ は前後輪

車軸間の距離で、 $L_f$  と  $L_r$  との和である。このステア特性演算処理 30a2から出力されたステア特性判定情報は、トリガ情報として A C T 角度指令演算処理 30a8に入力される。

#### 【0040】

なお、後述する他の第1例によるステア特性演算処理 30a2として、目標ヨーレイト  $r$  および実ヨーレイト  $r_s$  に基づいて、目標ヨーレイト  $r$  と実ヨーレイト  $r_s$  との差を求め、この差を微分演算した結果から、車両がオーバーステア、アンダーステアまたはニュートラルステアのいずれの状態にあるかを判定する場合もある。

#### 【0041】

##### 【数3】

$$\beta_f(k) = -\beta(k) - L_f \cdot r(k) / V(k) + \delta(k) \quad \cdots(4)$$

$$\beta_r(k) = -\beta(k) + L_r \cdot r(k) / V(k) \quad \cdots(5)$$

#### 【0042】

##### 【数4】

$$\beta_{fr}(k) = L \cdot r(k) / V(k) - \delta(k) \quad \cdots(6)$$

#### 【0043】

##### 【数5】

$$F_n = (J\alpha_n + \kappa P_n) / R \quad ; (n=1, 2) \quad \cdots(7)$$

#### 【0044】

ヨーレイトフィードバック処理 30a4は、車両モデル演算処理 30a1により算出された目標ヨーレイト  $r$  に対してヨーレイトセンサ Y R から検出された実ヨーレイト  $r_s$  がもつ偏差を求め所定の制御利得  $G_{p1}$  を与える処理と、当該偏差を微分演算し所定の制御利得  $G_{d1}$  を与える処理と、を行い、ヨーレイトによる比例制御量（補償量）を P 制御補償方向判定処理 30a7に出力するとともに、微分演算

により位相が早められたPD（比例微分）制御量をACT角度指令演算処理30a8に出力するものである。

#### 【0045】

スリップ角フィードバック処理30a5は、車両モデル演算処理30a1により算出された目標スリップ角 $\beta$ に対し共有メモリに格納された実スリップ角（前輪横スリップ角） $\beta_S$ がもつ偏差を求め所定の制御利得Gp2を与える処理と、当該偏差を微分演算し所定の制御利得Gd2を与える処理と、を行い、スリップ角による比例制御量（補償量）をP制御補償方向判定処理30a7に出力するとともに、微分演算により位相が早められたPD（比例微分）制御量をACT角度指令演算処理30a8に出力するものである。

#### 【0046】

ヨー角フィードバック演算処理30a6は、車両モデル演算処理30a1から入力される目標ヨーレート $r$ とヨーレートセンサYRから入力される実ヨーレート $r_S$ とに基づいて、ACT角度指令として比例制御すべきヨー角を演算するものである。具体的には、目標ヨーレート $r$ を積分処理することにより目標ヨー角を求め、また実ヨーレート $r_S$ を積分処理することにより実ヨー角を求める。そして、目標ヨー角に対する実ヨー角の偏差を求めて所定の制御利得Gp3を与えることによってヨー角の比例制御量を算出し、ACT角度指令演算処理30a8に出力する。

#### 【0047】

P制御補償方向判定処理30a7は、ヨーレートフィードバック処理30a4から入力されるヨーレートの比例制御量（補償量）および実舵角 $\delta$ に基づいて、ヨーレートによる比例制御補償を行うか否かを決定し、当該比例制御補償が車両のオーバーステアを増長する方向に作用するものであれば、ヨーレートによる比例制御補償量とスリップ角による比例制御補償量をそれぞれゼロに設定する処理を行うものである。

#### 【0048】

ACT角度指令演算処理30a8は、ヨーレートフィードバック処理30a4から入力されるヨーレートのPD制御量、スリップ角フィードバック処理30a5から

入力されるスリップ角のPD制御量、ヨー角フィードバック演算処理30a6から入力されるヨー角の比例制御量およびP制御補償方向判定処理30a7から入力される比例制御補償量を、それぞれ加算することによりACT角度指令値を演算し、ステア特性演算処理30a2から入力されるステア特性判定情報に基づいてステア特性がオーバーステアである場合に当該加算結果であるACT角度指令値を出力するものである。

#### 【0049】

次に、このような各処理の流れを図4に示すフローチャートを参照して説明する。なお、この処理は、EPS\_ECU 30によるAFS制御演算30aによって実行されるもので、例えば、タイマ割込み等により定期的（例えば5ミリ秒ごと）に繰り返し実行される。

#### 【0050】

図4に示すように、ACT角度指令処理では、まずステップS101により車両モデル演算処理が行われる。この処理は、前述した車両モデル演算処理30a1により行われるもので、実舵角 $\delta$ および車速Vに基づいて目標スリップ角 $\beta$ 、目標ヨーレート $r$ を演算して求める。なお、このステップS101による処理は、特許請求の範囲に記載の「挙動量取得ステップ、目標制御量演算ステップ」に相当するものである。

#### 【0051】

次に、ステップS103ではステア特性判定処理が行われる。この処理は、ステア特性演算処理30a2により行われるもので、その処理の詳細は図5に示されている。そのため、ここではステア特性演算処理30a2によるステア特性判定処理を図5を参照して説明する。

#### 【0052】

図5に示すように、ステア特性判定処理では、ステップS201によりスリップ角差分演算が行われる。この演算処理は、前述した前輪（操舵輪FR、FL）スリップ角度 $\beta_f$ と後輪（従動輪RR、RL）スリップ角度 $\beta_r$ との差、つまりスリップ角差分 $\beta_{fr}$ を算出するもので、例えば、前掲の式(6)によりこのようなスリップ角差分値 $\beta_{fr}$ を算出する。なお、このステップS201による処理は、

特許請求の範囲に記載の「挙動量取得ステップ」に相当するものである。

#### 【0053】

続くステップS203ではスリップ角差分微分演算が行われる。この処理は、ステップS201により求めたスリップ角差分値 $\beta_{fr}$ を微分演算するものである。この微分演算により当該スリップ角差分 $\beta_{fr}$ の位相を進めることができるので、次のステップS205やS209によるステア特性判定によって、ステア特性の移行傾向を早期に判定することができる。なお、このステップS203による処理は、特許請求の範囲に記載の「微分演算ステップ」に相当するものである。

#### 【0054】

次のステップS205ではステア特性判定1が行われる。即ち、ステップS201により求めたスリップ角差分と、ステップS203により微分演算されたスリップ角差分の微分値とに基づいて、ステア特性がオーバーステアであるか否かを判定する処理を行うものである。なお、このステップS205による処理は、特許請求の範囲に記載の「ステア特性判定ステップ、オーバーステア特性判定ステップ」に相当するものである。

#### 【0055】

具体的には、スリップ角差分は、後輪スリップ角 $\beta_r$ から前輪スリップ角 $\beta_f$ を引いたものであるため、例えば、スリップ角差分値が所定のOS閾値（例えば $+0.05\text{ rad}$ ）を超えているか否かを判断することにより、まずオーバーステアであるか否かを判定する。そしてこの判断によりオーバーステアでないと判定された場合であっても、当該スリップ角差分値が所定の弱US閾値（例えば $-0.02\text{ rad}$ ）を超えており、かつ、スリップ角差分の微分値が正（ゼロを超えている）であると判断される場合には、オーバーステアであると判定する。このような判定条件を論理式で表現すると（スリップ角差分値 $>$ OS閾値） or （スリップ角差分値 $>$ 弱US閾値 and 差分微分値 $>$ 0）となる。

#### 【0056】

このステップS205により、ステア特性がオーバーステアであると判定されると（ステップS205でOS）、続くステップS207によりオーバーステア特性フラグを共有メモリ等のフラグ領域に設定する処理が行われ、本ステア特性

判定処理が終了する。一方、ステップ S 205 により、ステア特性がオーバーステアであると判定されない場合には（ステップ S 205 で US, NS）、ステップ S 209 によるステア特性判定 2 が行われる。

#### 【0057】

ステップ S 205 による「ステア特性判定 1」ではオーバーステアであるか否かが判定されたのに対し、ステップ S 209 による「ステア特性判定 2」ではアンダーステアであるか否かの判定が行われる。即ち、このステップ S 209 では、スリップ角差分とスリップ角差分微分値とに基づいて、ステア特性がアンダーステアであるか否かを判定する処理を行う。なお、このステップ S 209 による処理は、特許請求の範囲に記載の「ステア特性判定ステップ、アンダーステア特性判定ステップ」に相当するものである。

#### 【0058】

具体的には、例えば、スリップ角差分値が所定の US 閾値（例えば  $-0.05 \text{ rad}$ ）を下回っているか否かを判断することにより、まずアンダーステアであるか否かを判定する。そしてこの判断によりアンダーステアでないと判定された場合であっても、当該スリップ角差分値が所定の弱 OS 閾値（例えば  $+0.02 \text{ rad}$ ）を下回っており、かつ、スリップ角差分の微分値が負（ゼロを下回っている）であると判断される場合には、アンダーステアであると判定する。このような判定条件を論理式で表現すると（スリップ角差分値  $<$  US 閾値） or （スリップ角差分値  $<$  弱 OS 閾値 and 差分微分値  $<$  0）となる。

#### 【0059】

このステップ S 209 により、ステア特性がアンダーステアであると判定されると（ステップ S 209 で US）、続くステップ S 211 によりアンダーステア特性フラグを共有メモリ等のフラグ領域に設定する処理が行われ、本ステア特性判定処理が終了する。一方、ステップ S 209 により、ステア特性がアンダーステアであると判定されない場合には（ステップ S 209 で NS）、ステア特性はオーバーステアでもアンダーステアでもないニュートラルステアであると判定されるので、ステップ S 213 に処理を移行する。

#### 【0060】

ステップS213では、ステップS207、S211と同様に、共有メモリ等のフラグ領域にニュートラルステア特性フラグを設定する処理が行われ、本ステア特性判定処理を終了すると、図4に示すステップS107によるヨーレイトフィードバック演算処理に移行する。

#### 【0061】

図4に戻ると、ステップS107によるヨーレイトフィードバック演算処理が行われる。この処理は、前述のヨーレイトフィードバック処理30a4により行われるもので、ステップS101により演算された目標ヨーレイト $r$ に対する実ヨーレイト $r_S$ の偏差（比例制御量）を求め、これをヨーレイトP制御補償量とする。なお、このステップS107による処理は、特許請求の範囲に記載の「比例制御量演算ステップ」に相当するものである。

#### 【0062】

次のステップS109では、スリップ角フィードバック演算処理が行われる。この処理は、前述のスリップ角フィードバック処理30a5により行われるもので、ステップS101により演算された目標スリップ角 $\beta$ に対する実スリップ角 $\beta_S$ の偏差（比例制御量）を求め、これをスリップ角P制御補償量とする。なお、このステップS109による処理は、特許請求の範囲に記載の「比例制御量演算ステップ」に相当するものである。

#### 【0063】

続くステップS113ではヨー角フィードバック演算処理が行われる。この処理は前述したヨー角フィードバック演算処理30a6により行われるものである。

#### 【0064】

ステップS115ではP制御補償方向判定処理が行われる。この処理は、P制御補償方向判定処理30a7により行われるもので、その処理の詳細は図6に示されている。そのため、ここではP制御補償方向判定処理30a7によるP制御補償方向判定処理を図6を参照して説明する。なお、ステップS115は、特許請求の範囲に記載の「比例制御量ゼロ設定ステップ」に相当するものである。

#### 【0065】

図6に示すように、P制御補償方向判定処理は、ステップS301によりまず



P補償方向がカウンタ方向であるか否かの判断処理が行われる。即ち、ステップ S107により演算された偏差である比例制御量が、車両のオーバーステアを増長しない方向（カウンタ方向）に作用するものであるか否かの判断が行われる。

#### 【0066】

具体的には、操舵方向（実舵角 $\delta$ ）の符号とヨーレイト比例制御補償方向の符号とが異なっている場合には（例えばオーバーステア特性のときにステアリングが切戻し方向）、比例制御の補償方向はカウンタ方向であると判定し（S301でYes）、P制御補償方向判定処理を終了し、図4に示すステップS117によるACT角度指令演算処理に移行する。つまり、当該比例制御は車両の挙動安定性を向上させるように作用するので、そのまま出力する処理を行う。

#### 【0067】

一方、操舵方向（実舵角 $\delta$ ）の符号とヨーレイト比例制御補償方向の符号とが同じである場合には（例えばオーバーステア特性のときにステアリングが切増し方向）、比例制御の補償方向はカウンタ方向でないと判定し（S301でNo）、当該比例制御量は車両のオーバーステアを増長する方向（カウンタと反対方向）に作用するものであるから、当該比例制御を制限すべくステップS303に処理を移行する。

#### 【0068】

ステップS303では、ヨーレイト比例制御補償量（比例制御量）とスリップ角比例制御補償量（比例制御量）とをそれぞれ0（ゼロ）あるいは0に近似した値（ほぼゼロ）に設定する処理が行われる。これにより、ヨーレイト比例制御補償量やスリップ角比例制御補償量等の比例制御量が、車両のオーバーステアを増長する方向（カウンタと反対方向）に作用するものであっても、この処理によってそれぞれの制御量を0あるいは0に近似した値に設定するので、オーバーステアの増長を防止することができ、車両の挙動安定性を向上させることができる。

なお、ステップS301、S303は、特許請求の範囲に記載の「比例制御量ゼロ設定ステップ」に相当するものである。

#### 【0069】

再び図4に戻ると、次にステップS117により、ACT角度指令演算処理が

行われる。この処理は、前述した A C T 角度指令演算処理 3 0 a8 により行われるもので、その処理の詳細は図 7 に示されている。そのため、ここでは A C T 角度指令演算処理 3 0 a8 による A C T 角度指令演算処理を図 7 を参照して説明する。なお、ステップ S 1 1 7 は、特許請求の範囲に記載の「伝達比可変制御ステップ」に相当するものである。

#### 【0070】

図 7 に示すように、A C T 角度指令演算処理は、ステップ S 1 0 3 により判定されたステア特性（ステア特性情報）がオーバーステアであるか否かの判断処理が、まずステップ S 4 0 1 により行われる。即ち、ステップ S 1 0 3 によりオーバーステア特性フラグが設定されていることを確認すると、車両のステア特性がオーバーステア特性であると判断し（S 4 0 1 で Y e s）、ステップ S 4 0 3 に処理を移行する。一方、ステップ S 1 0 3 によりオーバーステア特性フラグが設定されていないことを確認すると、車両のステア特性はオーバーステア特性ではないと判断し（S 4 0 1 で N o）、ステップ S 4 0 5 に処理を移行する。なお、この処理は図 3 において A C T 角度指令演算処理 3 0 a8 内のスイッチの記号により表されている。

#### 【0071】

ステップ S 4 0 3 はオーバーステア特性の場合（ステップ S 4 0 1 で Y e s）実行されるもので、これまでに各ステップにより演算された各制御補償量の和を A C T 角度指令値とする処理が行われる。即ち、ステップ S 1 0 7 により演算されたヨーレイトの P D（比例微分）制御量、ステップ S 1 0 9 により演算されたスリップ角の P D（比例微分）制御量、ステップ S 1 1 3 により演算されたヨー角の比例制御量およびステップ S 1 1 5 により設定等されたヨーレイト比例制御補償量やスリップ角比例制御補償量を、それぞれ加算することにより A C T 角度指令値を算出する。

#### 【0072】

一方、ステップ S 4 0 5 はオーバーステア特性ではない場合（ステップ S 4 0 1 で N o）に実行されるもので、これまでに各ステップにより演算された各制御補償量にかかわらず、A C T 角度指令値を 0（ゼロ）あるいは 0 に近似した値（

ほぼゼロ) に設定する処理が行われる。

#### 【0073】

なお、このステップS405による処理は、これに限られることはなく、例えばステア特性がアンダーステア特性であるか否かを判断し、アンダーステア特性である場合にはACT角度指令値を当該アンダーステア特性に適した制御補償量に設定し、アンダーステア特性でない場合にはACT角度指令値をニュートラルステア特性に適した制御補償量に設定するよう構成しても良い。これにより、さらなる車両の挙動安定性の向上に寄与することができる。

#### 【0074】

ステップS403またはステップS405による処理が終了すると、図4に示すACT角度指令処理に戻り、ステップS119によるACT角度指令出力処理が行われる。この処理では、例えば、VGRS\_ECU40と共に有する共有メモリ等を介してVGRS\_ECU40にACT角度指令を渡す処理が行われる。これにより、図2に示すようにEPS\_ECU30によるAFS制御演算30aからVGRS\_ECU40によるVGRS制御処理40aにACT角度指令が出力される。ステップS403によるACT角度指令出力処理が終了すると、一連のACT角度指令処理が終了するので、次のタイマ割込み等による処理機会に備えて待機する。

#### 【0075】

このように図4に示すACT角度指令処理を行うことにより、ステップS103のステア特性判定処理では、図5に示すステップS201においてスリップ角差分値を前掲の式(6)により直接的に算出し、さらにこのスリップ角差分値をステップS203により微分演算している。

#### 【0076】

これにより、図8(A)に示す操舵角特性にあるように、例えば、低 $\mu$ 路において加速旋回した場合、約11.1秒付近で車両の後部(従動輪RR、RL)が旋回中心から外側に向かって横滑りを始めるためオーバーステア状態に達し得るが、その後の運転者によるカウンタステア動作によって操舵角は切戻し方向に変化している。つまり、オーバーステア状態を回避する操舵に移行していることがこの操舵角特性から把握することができる。

## 【0077】

ここで、図8(B)には、オーバーステア時におけるステア特性値あるいはステア特性微分値の変化が示されている(図8(B)中、符号aはステア特性微分値、符号bはステア特性値、をそれぞれ示す。)。また同図において、縦軸方向で0 radを超えている場合にはオーバーステア状態、0 radを下回っている場合にはアンダーステア状態、0 radである場合にはニュートラルステア状態にあることを示す(図8(C)においても同じ。))。

## 【0078】

このように微分演算(S203)が施されたステア特性微分値aでは、前述したように、図5に示すステア特性判定処理により、車両の運動状態がオーバーステアに移行するのか、またアンダーステアに移行するのかといったステア特性の移行傾向を早めに求めることができる。そのため、オーバーステア状態に達する以前のオーバーステアへの移行傾向から、オーバーステア特性であると判定し(S205)、ACT角度指令演算(S117)を行っているので、図8(A)に示す符号Iのタイミング(約11.1秒)で、オーバーステア状態に対するVGRS\_ECU40によるギヤ比可変機構32の制御を開始することができる(図8(B)に示す制御開始タイミングa<sub>ot</sub>)。

## 【0079】

これに対し、当該微分演算が施されていない従来のステア特性値bにおいては、このようにステア特性の移行傾向を早期に求めることができず、明かなオーバーステア状態に達してから、それによる偏差に基づいた比例制御を行っている。そのため、図8(B)に示すようにオーバーステア移行時の制御開始タイミングb<sub>ot</sub>が、本案の制御開始タイミングa<sub>ot</sub>に比べて約0.4秒間遅れの約11.5秒になっていることがわかる(図8(A)に示す符号IIのタイミング)。

## 【0080】

かかる制御開始タイミングの遅れは、アンダーステア状態の場合においても同様で、図8(C)に示すアンダーステア時におけるステア特性値あるいはステア特性微分値の変化においては、本実施形態のステア特性微分値aによる制御開始タイミングa<sub>ut</sub>(約7.25秒)に対して従来のステア特性値bによる制御開始タ

イミング  $b_{ut}$  (約 7.5 秒) は約 0.25 秒間遅れていることがわかる。なお、図 8 (A) に示す操舵角特性は、低  $\mu$  路において加速旋回した場合におけるものの一部を抜粋したものであり、図 8 (C) に示すアンダーステア状態の前後を示す操舵角特性 (図 8 (A) に相当するもの) は図示されていない。

#### 【0081】

ところで、このようにオーバーステア移行時の制御開始タイミング  $a_{ot}$  が早まることによって、アンダーステア状態からオーバーステア状態に切り替わる途中においては、前述したステップ S 107 (図 4) によりヨーレイト P 制御補償量が操舵の切増し方向に向かって補償するように出力される場合もあり得る。例えば、図 9 (C) に示すヨーレイト P 制御補償量  $a_{yp}$  のように、制御開始タイミング  $a_{ot}$  においてはオーバーステア状態であってもカウンタ方向と反対方向にヨーレイト P 制御補償量  $a_{yp}$  が出力されている場合がある (図 9 (C) に示す斜線部分 (正) の補償量  $a'_{yp}$ )。

#### 【0082】

そのため、本実施形態に係る A C T 角度指令処理においては、ステップ S 115 による P 制御補償方向判定処理によって、P 制御補償方向がカウンタ方向でない場合には (S 301 で No)、ヨーレイト P 制御補償量およびスリップ角 P 制御補償量をそれぞれ 0 (ゼロ) 等に設定し、図 9 (C) に示す斜線部分の補償量  $a'_{yp}$  を除いている (S 303)。つまり、比例制御量としてのヨーレイト P 制御補償量が車両のオーバーステアを増長する制御に作用するものであるときには、ヨーレイト P 制御補償量  $a_{yp}$  がほぼゼロに設定される (図 9 (C) に示す平坦特性部  $a''_{yp}$ )。そしてこの 0 (ゼロ) 等に設定されている間は、ヨーレイト D 制御補償量  $a_{yd}$  によって制御される。これにより、P 項による補償量  $a_{yp}$  と D 項による補償量  $a_{yd}$  とが逆符号になってそれぞれの補償量を互いに打ち消し合うことを防止できるので、例えば、図 9 (D) に示す A C T 角度指令値のように、制御開始タイミング  $a_{ot}$  から  $\Delta t$  の期間においても、オーバーステア状態に対してカウンタ方向に作用する A C T 角度指令値  $a_{ACT}$  を出力することができる。

#### 【0083】

これに対して、P 制御補償方向判定処理 (S 115) が存在しない場合には、

図 9 (C) に示す斜線部分の補償量  $a'_{YP}$  が D 項による補償量  $a_{YD}$  に対して打ち消す要素として効いてくる。そのため、図 9 (D) に示すように当該  $\Delta t$  の期間においては、オーバーステアを増長する方向に作用する A C T 角度指令値  $a'_{ACT}$  が出力され、操舵の切増し方向に向かって補償することとなる。なお、図 9 (A) は図 8 (A) に示す操舵角の特性図と同じものであり、図 9 (B) は図 8 (B) に示すステア特性値あるいはステア特性微分値の特性図と同じものである。これらの図は、図 9 (C) ~ 図 9 (E) に示す各特性と操舵角特性等との関係を時系列的な観点から明確にするため、図 9 の分図として示している。

#### 【0084】

さらに本実施形態に係る A C T 角度指令処理においては、より車両の挙動安定性を向上させるため、ステップ S 103 によりオーバーステア特性であると判定されない限り (S 401 で Yes)、A C T 角度指令値を 0 (ゼロ) 等に設定し図 9 (D) に示す斜線部分の A C T 角度指令値  $a''_{ACT}$  を除いている (S 405)。つまり、操舵制御補償指令値としての A C T 角度指令値が車両のオーバーステアを増長する制御に作用するものであるときには、A C T 角度指令値  $a_{ACT}$  はほぼゼロに設定される (図 9 (D) に示す平坦特性部  $a'''_{ACT}$ )。これにより、図 9 (C) に示すように、ヨーレイト P 制御補償量  $a_{YP}$  が車両のオーバーステアを増長する制御に作用するものであっても、図 9 (D) に示す A C T 角度指令値  $a''_{ACT}$  のような A C T 角度指令値の出力を抑制することができる。

#### 【0085】

このような A C T 角度指令がステップ S 119 により VGRS\_ECU 40 に出力されることによってギヤ比可変機構 32 が制御されるので、当該車両の挙動安定性をヨーレイトセンサ YS による実ヨーレイトとして測定すると、例えば図 9 (E) に示すようなヨーレイト特性 YRa を得ることができる。これにより、図 9 (B) に示す制御開始タイミング  $b_{ot}$  が遅い場合におけるヨーレイト特性 YRb に比べ、制御開始タイミング  $a_{ot}$  から  $\Delta t$  期間経過前後における車両の挙動安定性が向上していることがわかる。

#### 【0086】

ここで、図 4 に示すステップ S 103 によるステア特性判定処理の他の第 1 例

について図3、図10および図11を参照して説明する。なお、この図10に示すステア特性判定処理も、前述の図5に示すステア特性判定処理と同様に、EPS\_ECU 30によるAFS制御演算30a中のステア特性演算処理30a2によって実行されるものである。

#### 【0087】

図10に示すように、ステア特性判定処理の他の第1例では、まずステップS501により実ヨーレイト $r_s$ と目標ヨーレイト $r$ との差分を演算する処理が行われる。この処理は、前掲の式(3)により求められた目標ヨーレイト $r$ とヨーレイトセンサYSによる実ヨーレイト $r_s$ との差( $r - r_s$ )を車両の挙動量として算出するものである。これを技術的思想の創作として表現すると特許請求の範囲に記載の挙動量は、「車両の操舵制御または駆動制御の目標値である目標ヨーレイトと当該車両に発生する実ヨーレイトとの差」とすることもできる。なお、このステップS501による処理は、特許請求の範囲に記載の「挙動量取得ステップ」に相当するものである。

#### 【0088】

次のステップS503では、ステップS501により求めたヨーレイト差分値( $r - r_s$ )を微分する演算処理が行われる。この微分演算により当該ヨーレイト差分値の位相を進めることができるので、次のステップS505やS509によるステア特性判定によって、ステア特性の移行傾向を早期に判定することができる。なお、このステップS503による処理は、特許請求の範囲に記載の「微分演算ステップ」に相当するものである。

#### 【0089】

続くステップS505、S507、S509、S511、S513は、前述した図5に示すステア特性判定処理に含まれるステップS205、S207、S209、S211、S213にそれぞれ対応するもので、スリップ角差分がヨーレイト差分値に置き換わる以外は同様である。そのため、詳細な説明は省略する。

#### 【0090】

なお、ステップS505によるステア特性判定1における判定条件式は、(ヨーレイト差分値>OS閾値) or (ヨーレイト差分値>弱US閾値 and 差分微

分値 $>0$ )である。また、ステップS509によるステア特性判定2における判定条件式は、 $(\text{ヨーレイト差分値} < \text{US 閾値}) \text{ or } (\text{ヨーレイト差分値} < \text{弱OS 閾値 and 差分微分値} < 0)$ である。また、ステップS505による処理は、特許請求の範囲に記載の「ステア特性判定ステップ、オーバーステア特性判定ステップ」に相当し、ステップS509による処理は、特許請求の範囲に記載の「ステア特性判定ステップ、アンダーステア特性判定ステップ」に相当するものである。

#### 【0091】

このような図10に示すステア特性判定処理によりステア特性を判定した場合におけるステア特性値、ステア特性微分値等の特性が、図11に示されている。この図11は、前述の図5に示すステア特性判定処理に対するステア特性値、ステア特性微分値等の特性を示す図8に対するものである。

#### 【0092】

即ち、図11(A)は図8(A)に示す操舵角特性と同じものである。また図11(B)は、図8(B)に示すオーバーステア時におけるステア特性値、ステア特性微分値に対応し、図11(C)は、図8(C)に示すアンダーステア時におけるステア特性値、ステア特性微分値に対応するものである。なお、図11(B)および図11(C)は、ヨーレイト差分値に関する特性である点においてスリップ角差分に関するものである図8(B)および図8(C)と異なる。

#### 【0093】

このように図10に示すステア特性判定処理によりステア特性を判定した場合であっても、その判定はステップS503により微分演算を施されたステア特性微分値 $a$ に基づいて行われるので、車両の運動状態がオーバーステアに移行するのか、またはアンダーステアに移行するのかといったステア特性を早期に判定することができる。そのため、図11(B)および図11(C)に示すように、当該微分演算が施されていない従来のステア特性値 $b$ による制御開始タイミング $b_{ot}$ (約11.6秒)、 $b_{ut}$ (約7.75秒)に比べて制御開始タイミング $a_{ot}$ (約11.1秒)、 $a_{ut}$ (約7.6秒)を早期に求めることができる。

#### 【0094】



さらに、図4に示すステップS103によるステア特性判定処理の他の第2例について図3、図12および図13を参照して説明する。なお、この図12に示すステア特性判定処理も、前述の図5に示すステア特性判定処理と同様に、EPS\_ECU 30によるAFS制御演算30a中のステア特性演算処理30a2によって実行されるものである。

#### 【0095】

図12に示すように、ステア特性判定処理の他の第2例では、ステップS601により前輪FR、FLのスリップ角を演算する処理が行われ、続くステップS603により後輪RR、RLのスリップ角を演算する処理が行われる。即ち、前掲の式(4)により前輪スリップ角度 $\beta_f$ 、式(5)により後輪スリップ角度 $\beta_r$ をそれぞれ算出する。

#### 【0096】

次のステップS605では、前後輪スリップ角差分を演算する処理が行われる。即ち、後輪スリップ角度 $\beta_r$ に対する前輪スリップ角度 $\beta_f$ の差を演算する処理が行われる。この差分( $\beta_r - \beta_f$ )は、前述の図5に示すステア特性判定処理のスリップ角差分演算(S201)により求められるスリップ角度差分値 $\beta_{fr}$ と同等のものである。なお、これらのステップS601、S603、S605によるそれぞれ処理は、特許請求の範囲に記載の「挙動量取得ステップ」に相当するものである。

#### 【0097】

続くステップS607では、ステップS605により求めた前後スリップ角差分値( $\beta_r - \beta_f$ )を微分する演算処理が行われる。この微分演算により当該前後スリップ角差分値の位相を進めることができるので、次のステップS609やS613によるステア特性判定によって、ステア特性の移行傾向を早期に判定することができる。なお、このステップS607による処理は、特許請求の範囲に記載の「微分演算ステップ」に相当するものである。

#### 【0098】

続くステップS609、S611、S613、S615、S617は、前述した図5に示すステア特性判定処理に含まれるステップS205、S207、S2

09、S211、S213にそれぞれ対応するので、詳細な説明は省略する。

#### 【0099】

なお、ステップS609によるステア特性判定1における判定条件式は、（前後スリップ角差分値>OS閾値） or （前後スリップ角差分値>弱US閾値 and 差分微分値>0）である。また、ステップS613によるステア特性判定2における判定条件式は、（前後スリップ角差分値<US閾値） or （前後スリップ角差分値<弱OS閾値 and 差分微分値<0）である。また、ステップS609による処理は、特許請求の範囲に記載の「ステア特性判定ステップ、オーバーステア特性判定ステップ」に相当し、ステップS613による処理は、特許請求の範囲に記載の「ステア特性判定ステップ、アンダーステア特性判定ステップ」に相当するものである。

#### 【0100】

このような図12に示すステア特性判定処理によりステア特性を判定した場合におけるステア特性値、ステア特性微分値等の特性が、図13に示されている。この図13は、前述の図5に示すステア特性判定処理に対するステア特性値、ステア特性微分値等の特性を示す図8に対するものである。

#### 【0101】

即ち、図13(A)は図8(A)に示す操舵角特性と同じものである。また図13(B)は、図8(B)に示すオーバーステア時におけるステア特性値、ステア特性微分値に対応し、図13(C)は、図8(C)に示すアンダーステア時におけるステア特性値、ステア特性微分値に対応するものである。なお、図13(B)および図13(C)は、前掲の式(4)、(5)から間接的に求めた前後スリップ角差分値( $\beta_r - \beta_f$ )に関する特性である点において、前掲の式(6)から直接的に求めたスリップ角差分値 $\beta_{fr}$ に関するものである図8(B)および図8(C)と異なる。

#### 【0102】

このように図12に示すステア特性判定処理によりステア特性を判定した場合であっても、その判定はステップS607により微分演算を施されたステア特性微分値aに基づいて行われるので、車両の運動状態がオーバーステアに移行するのか、またはアンダーステアに移行するのかといったステア特性を早期に判定す

ることができる。そのため、図 13 (B) および図 13 (C) に示すように、当該微分演算が施されていない従来のステア特性値  $b$  による制御開始タイミング  $b_{ot}$  (約 11.75 秒)、 $b_{ut}$  (約 7.4 秒) に比べて制御開始タイミング  $a_{ot}$  (約 11.0 秒)、 $a_{ut}$  (約 7.35 秒) を早期に求めることができる。

#### 【0103】

以上説明したように、本実施形態に係る車両運動制御装置 20 によると、車体に対して上下方向の  $z$  軸の回りに発生する車両の挙動量であるスリップ角差分値  $\beta_{fr}$  やヨーレイト差分値  $(r - r_s)$  を微分演算して求められた挙動量微分値に基づいて、EPS\_ECU 30 によるステア特性演算処理 30a2 により車両のステア特性を判定する (S103)。これにより、スリップ角差分値  $\beta_{fr}$  やヨーレイト差分値  $(r - r_s)$  の位相が進むので、車両の運動状態がオーバーステアに移行するのか、アンダーステアに移行するのかといったステア特性の移行傾向を早期に求めることができる。したがって、当該車両の操舵制御または駆動力制御の開始タイミングを早めることができるため、車両の挙動安定性を向上させることができる。特に、ニュートラルステアまたはニュートラルステアに近い状態からオーバーステアまたはアンダーステアに移る場合の移行傾向を早期に求めることができる。

#### 【0104】

また、本実施形態に係る車両運動制御装置 20 の VGRS では、ステアリングホイール 21 と操舵輪 FR、FL とを連結するステアリング軸 22 とピニオン軸 23 の途中にモータ 32 の駆動により伝達比を可変するギヤ比可変機構 32 を制御する ACT 角度指令出力 (S119) により行われる。これにより、VGRS において車両の挙動安定性を高める制御が行われる場合であっても、早期に求められたステア特性の傾向に基づいて、例えばカウンタステア制御等のスピン防止制御を早いタイミングから開始することができる。したがって、車両の挙動安定性を向上させることができるとともに、高度な運転技術を習得した熟練運転者等に対して与え得る操舵感覚の違和感を抑制することができる。

#### 【0105】

なお、以上説明した車両運動制御装置 20 は、図 14 に示すように、EPS\_ECU

3 0 に制御される前輪操舵制御システム、VGRS\_ECU 4 0 に制御される前輪舵角可変システムおよびITCC\_ECU 7 0 に制御される駆動力分配システムからなる車両運動制御システムにも適用することができる。なお、EPS\_ECU 3 0、VGRS\_ECU 4 0、ITCC\_ECU 7 0 等からなる複数の E C U は、車内ネットワーク 8 0 により相互接続されて E C U g r p を構成している。

#### 【 0 1 0 6 】

前輪操舵制御システムは、前述した電気式動力舵取装置（E P S）に相当するもので、トルクセンサ 2 8 により検出された操舵トルクや車輪速度センサ W S a ~ W S d に検出された車輪速等に基づいてアシストトルクを EPS\_ECU 3 0 により演算するとともに、当該アシストトルクを発生させる制御を E P S アクチュエータ 2 4 を行うものである。これにより、車速等に応じた操舵力のアシストが可能になるので、運転者によるステアリングホイール 2 1 の操舵力負担を軽減する。

#### 【 0 1 0 7 】

前輪舵角可変システムは、前述した V G R S に相当するもので、操舵角センサ 2 6 により検出された操舵トルク、ヨーレイトセンサ Y S により検出されたヨーレイト（車両の挙動量）や車輪速度センサ W S a ~ W S d に検出された車輪速等に基づいてギヤ比可変機構 3 2 による可変ギヤ比を VGRS\_ECU 4 0 により演算するとともに、当該ギヤ比をギヤ比可変機構 3 2 に設定する制御を行うものである。これにより、車速や車両の挙動量に応じた操舵制御が可能になるので、運転者による操舵安定性を向上する。

#### 【 0 1 0 8 】

駆動力分配システムは、電子制御四輪駆動カップリング（以下「I T C C」という）に相当するもので、踏込量センサ A S に検出されたアクセルペダル A P の踏込量、車輪速度センサ W S a ~ W S d に検出された車輪速や摩擦係数あるいはヨーレイトセンサ Y S、前後加速度センサ X G、横加速度センサ Y G 等により検出された車両の挙動量等に基づいて、駆動力伝達装置 D D による前後輪間の駆動力分配比を ITCC\_ECU 7 0 により演算するとともに、当該駆動力分配比を駆動力伝達装置 D D に設定する制御を行うものである。これにより、路面状況や車両の挙動量に応じた駆動力伝達制御が可能になるので、路面状況に応じた駆動力の前後

分配によって適切な駆動トルクを確保し、発進加速性、方向安定性、旋回安定性を向上する。なお、ITCCは登録商標である。

#### 【0109】

このように、ヨーレイトセンサYSにより検出された車両の挙動量、つまり車体に対して上下方向の軸の回りに発生する車両の挙動量に基づき得られる当該車両のステア特性に基づいて、当該車両の操舵制御（VGRS）または駆動力制御（ITCC）を行う装置においては、前述の本実施形態に係るEPS\_ECU 30によるステア特性演算処理30a2を適用することができる。

#### 【0110】

即ち、図5、図10および図12に示すステア特性判定処理のいずれかにより、当該挙動量を微分演算しその挙動量微分値に基づいて車両のステア特性を判定する処理を行う。これにより、車両の挙動量を微分演算すると当該挙動量の位相が進むので、車両の運動状態がオーバーステアに移行するのか、アンダーステアに移行するのかといったステア特性の移行傾向を早期に求めることができる。したがって、VGRSによる操舵制御またはITCCによる駆動力制御といった、それぞれの制御開始タイミングを早めることができるため、車両の操舵制御、駆動力制御による挙動安定性を向上させることができる。

#### 【0111】

なお、EPS\_ECU 30、VGRS\_ECU 40およびITCC\_ECU 70は、それぞれ特許請求の範囲に記載の「挙動量取得ステップ、微分演算ステップ、ステア特性判定ステップ、オーバーステア特性判定ステップ、アンダーステア特性判定ステップ、目標制御量演算ステップ、比例制御量演算ステップ、比例制御量ゼロ設定ステップ、伝達比可変制御ステップ、挙動量取得手段、微分演算手段、ステア特性判定手段、オーバーステア特性判定手段、アンダーステア特性判定手段、目標制御量演算手段、比例制御量演算手段、比例制御量ゼロ設定手段、伝達比可変制御手段」に相当する。

#### 【0112】

また、以下「符号の説明」の欄における括弧内の記載は、特許請求の範囲に記載の語句を表し、当該括弧直前の名称等が括弧内の語句に相当することを示す。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

本発明の一実施形態に係る車両運動制御装置の構成概要を示す説明図である。

**【図 2】**

本実施形態に係る車両運動制御装置のEPS\_ECU およびVGRS\_ECUによる車両運動制御の関わりを表す制御システムブロック図である。

**【図 3】**

図 2 に示すEPS\_ECU の A F S 制御演算により制御処理される制御ブロック図である。

**【図 4】**

図 2 に示すEPS\_ECU の A F S 制御演算により制御される A C T 角度指令処理の流れを示すフローチャートである。

**【図 5】**

図 4 に示すステア特性判定処理を示すフローチャートである。

**【図 6】**

図 4 に示す P 制御補償方向判定処理を示すフローチャートである。

**【図 7】**

図 4 に示す A C T 角度指令演算処理を示すフローチャートである。

**【図 8】**

図 5 示すステア特性判定処理により制御された場合において、図 8 (A) は時間に対する操舵角の変化、図 8 (B) はオーバーステア時におけるステア特性値等の変化、図 8 (C) はアンダーステア時におけるステア特性値等の変化、をそれぞれ示す特性図である。

**【図 9】**

図 9 (A) は操舵角、図 9 (B) はステア特性値等、図 9 (C) はヨーレイト P 制御補償量等、図 9 (D) は A C T 角度指令値、図 9 (E) はヨーレイト、をそれぞれ示す特性図である。

**【図 10】**

図 5 に示すステア特性判定処理の他の第 1 例を示すフローチャートである。

**【図 1 1】**

図 1 0 に示すステア特性判定処理により制御された場合において、図 1 1 (A) は時間に対する操舵角の変化、図 1 1 (B) はオーバーステア時におけるステア特性値等の変化、図 1 1 (C) はアンダーステア時におけるステア特性値等の変化、をそれぞれ示す特性図である。

**【図 1 2】**

図 5 に示すステア特性判定処理の他の第 2 例を示すフローチャートである。

**【図 1 3】**

図 1 2 に示すステア特性判定処理により制御された場合において、図 1 3 (A) は時間に対する操舵角の変化、図 1 3 (B) はオーバーステア時におけるステア特性値等の変化、図 1 3 (C) はアンダーステア時におけるステア特性値等の変化、をそれぞれ示す特性図である。

**【図 1 4】**

車両の運動運動制御システムの全体構成を示すブロック図である。

**【図 1 5】**

4 輪車両を 2 輪車両に置き換えて運動解析するための 2 輪動特性車両運動方程式を説明する 2 輪モデルの説明図である。

**【符号の説明】**

2 0	車両運動制御装置（車両の運動制御装置）
2 1	ステアリングホイール
2 2	ステアリング軸（操舵伝達系）
2 3	ピニオン軸（操舵伝達系）
2 4	E P S アクチュエータ
2 4 m	アシストモータ
2 5	ロッド（操舵伝達系）
2 6	操舵角センサ
2 8	トルクセンサ
3 0	EPS_ECU
3 0 a	A F S 制御演算

30a1 車両モデル演算処理（挙動量取得ステップ、挙動量取得手段、目標制御量演算ステップ、目標制御量演算手段）

30a2 ステア特性演算処理（挙動量取得ステップ、微分演算ステップ、ステア特性判定ステップ、オーバーステア特性判定ステップ、アンダーステア特性判定ステップ、挙動量取得手段、微分演算手段、ステア特性判定手段、オーバーステア特性判定手段、アンダーステア特性判定手段）

30a4 ヨーレイトフィードバック処理（比例制御量演算ステップ、比例制御量演算手段）

30a5 スリップ角フィードバック処理（比例制御量演算ステップ、比例制御量演算手段）

30a6 ヨー角フィードバック演算処理

30a7 P制御補償方向判定処理（比例制御量ゼロ設定ステップ、比例制御量ゼロ設定手段）

30a8 A C T角度指令演算処理（伝達比可変制御ステップ、伝達比可変制御手段）

32 ギヤ比可変機構（伝達比可変手段）

32 モータ（電動モータ）

40 VGRS\_ECU

70 ITCC\_ECU

80 車内ネットワーク

$\beta_f$  前輪スリップ角度（車両の挙動量）

$\beta_r$  後輪スリップ角度（車両の挙動量）

$\beta_{fr}$  前後輪スリップ角度差（車両の挙動量、角度差）

$r$  ヨーレイト（車両の挙動量）

E P S、V G R S（操舵制御）

F R、F L 操舵輪（前方車輪）

R R、R L 従動輪（後方車輪）

S 1 0 1、S 1 0 3、S 2 0 1、S 5 0 1、S 5 0 3、S 5 0 5、S 6 0 1、S 6 0 3、S 6 0 5（挙動量取得ステップ、挙動量取得手段）



S101 (目標制御量演算ステップ、目標制御量演算手段)

S103、S203、S507、S607 (微分演算ステップ、微分演算手段)

S103、S205、S209、S509、S511、S609、S611 (ステア特性判定ステップ、ステア特性判定手段)

S107、S109 (比例制御量演算ステップ、比例制御量演算手段)

S117 (伝達比可変制御ステップ、伝達比可変制御手段)

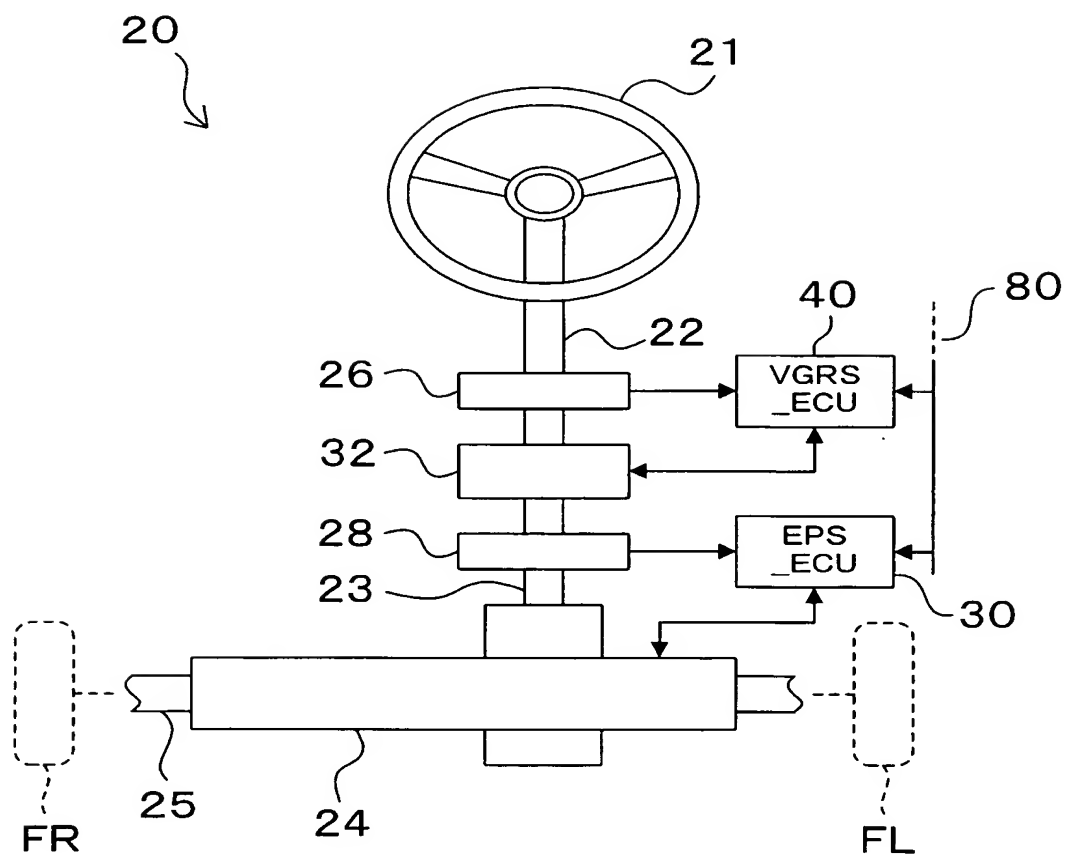
S103、S205、S509、S609 (オーバーステア特性判定ステップ、オーバーステア特性判定手段)

S103、S209、S513、S613 (アンダーステア特性判定ステップ、アンダーステア特性判定手段)

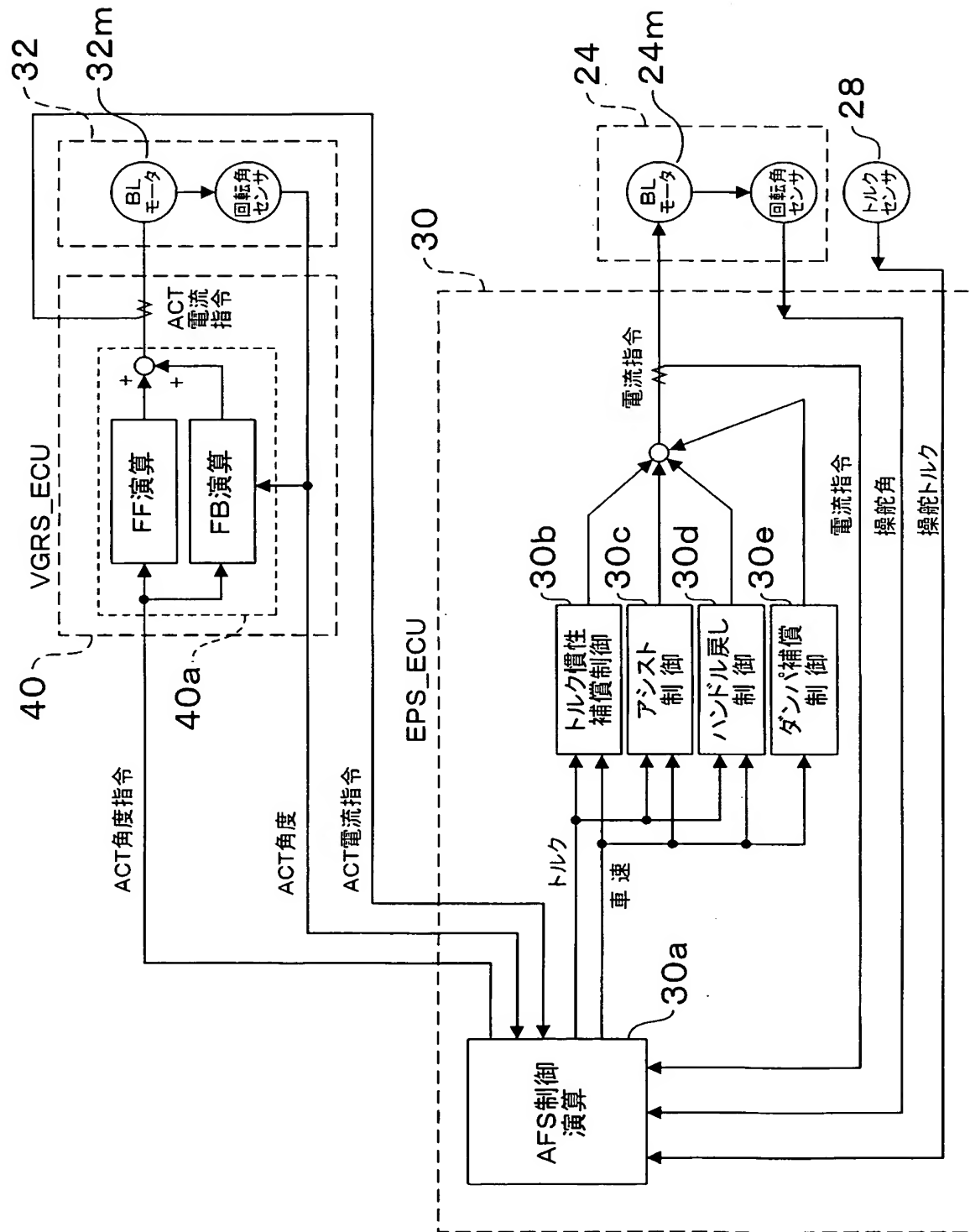
S115、S303 (比例制御量ゼロ設定ステップ、比例制御量ゼロ設定手段)

【書類名】 図面

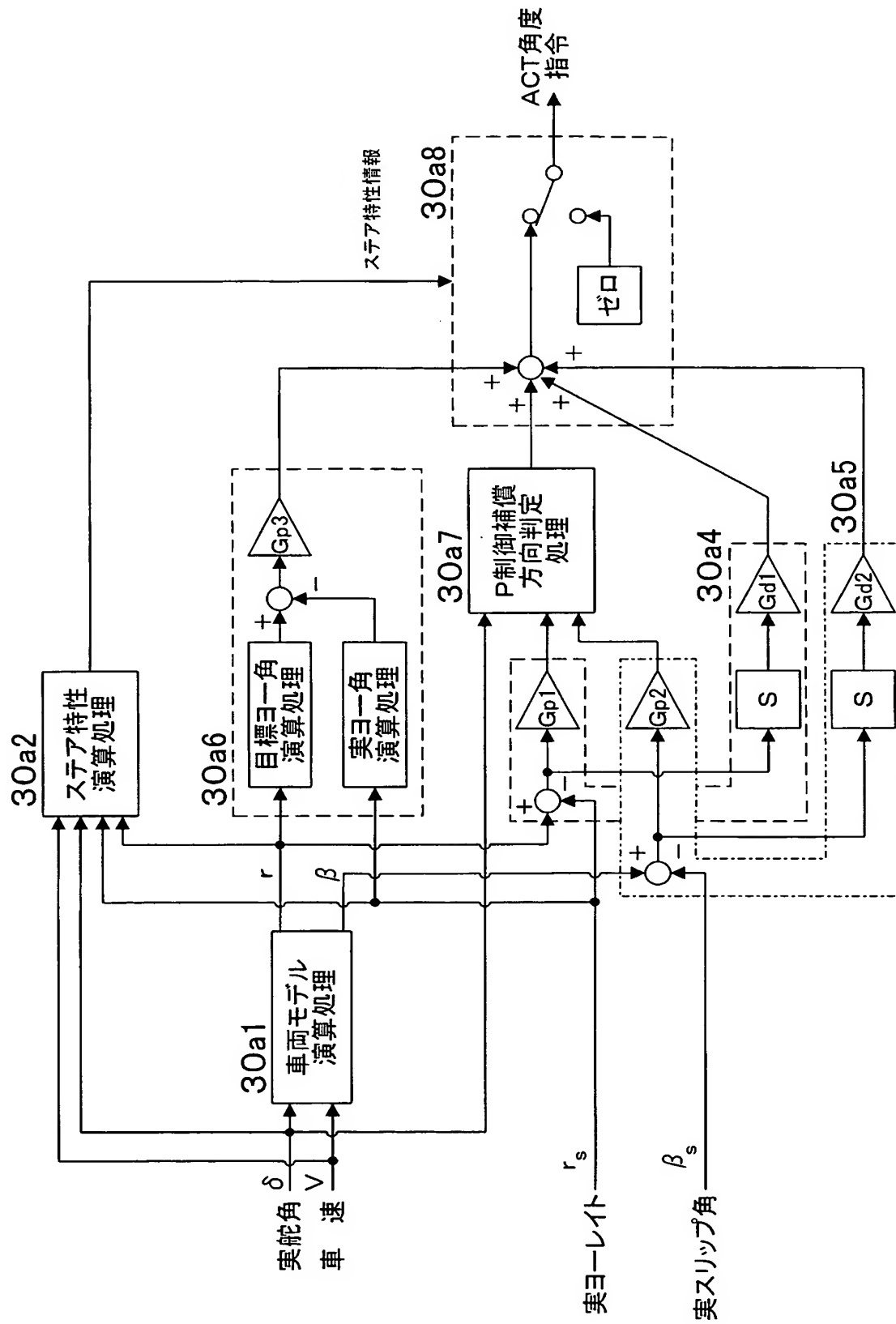
【図 1】



【図 2】



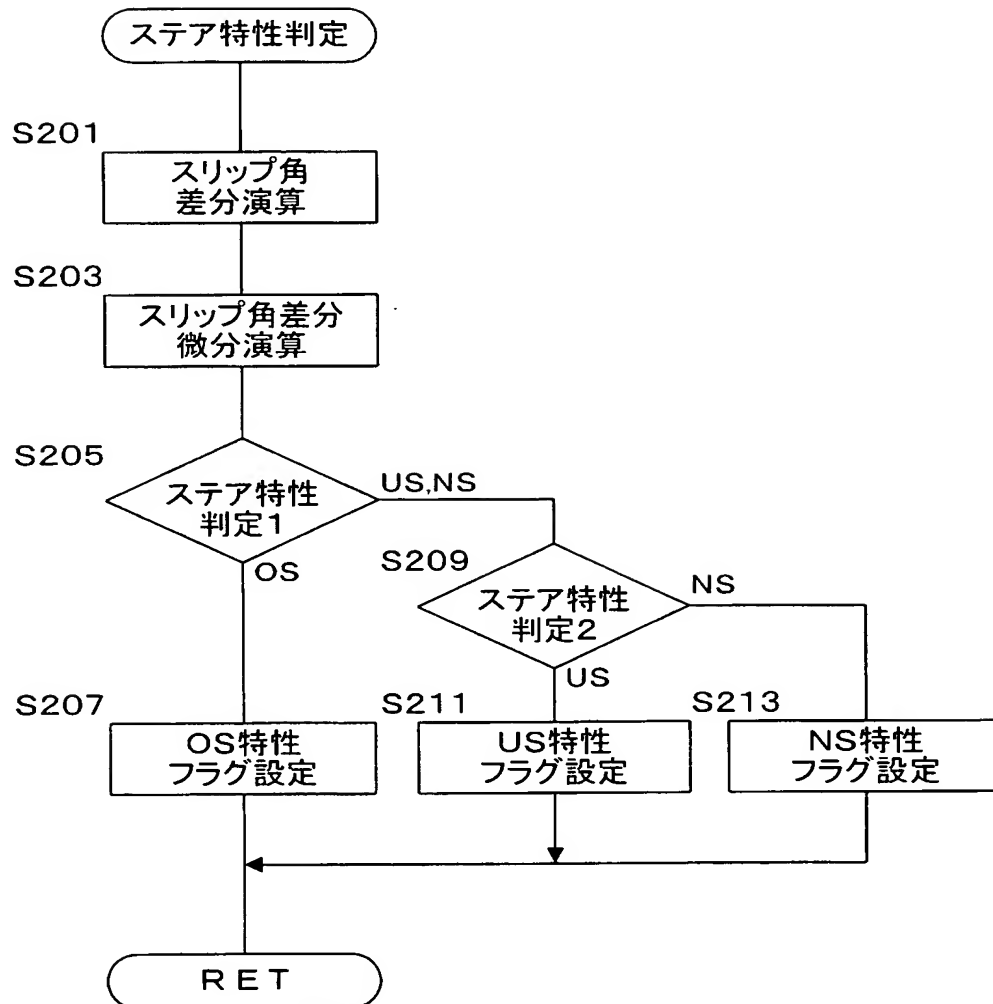
【図 3】



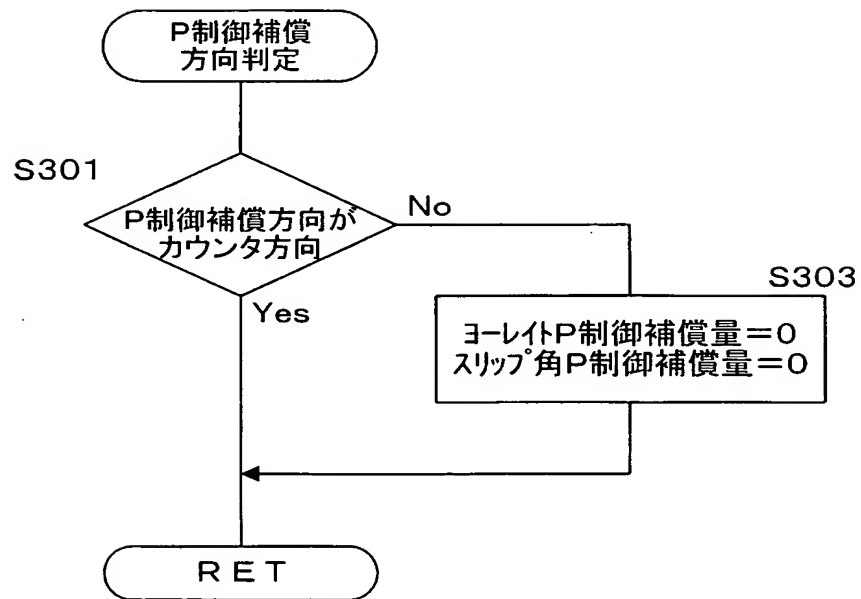
【図 4】



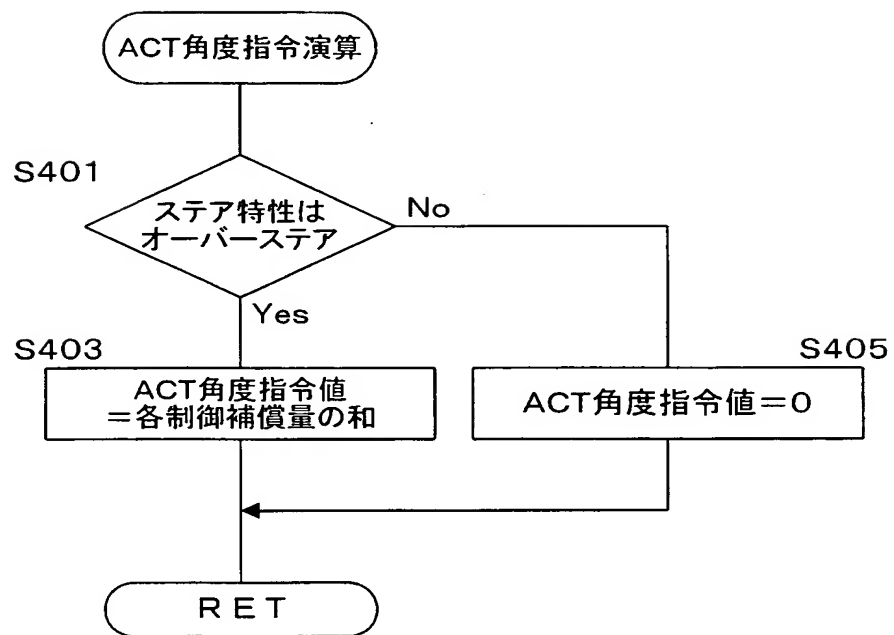
【図 5】



【図 6】

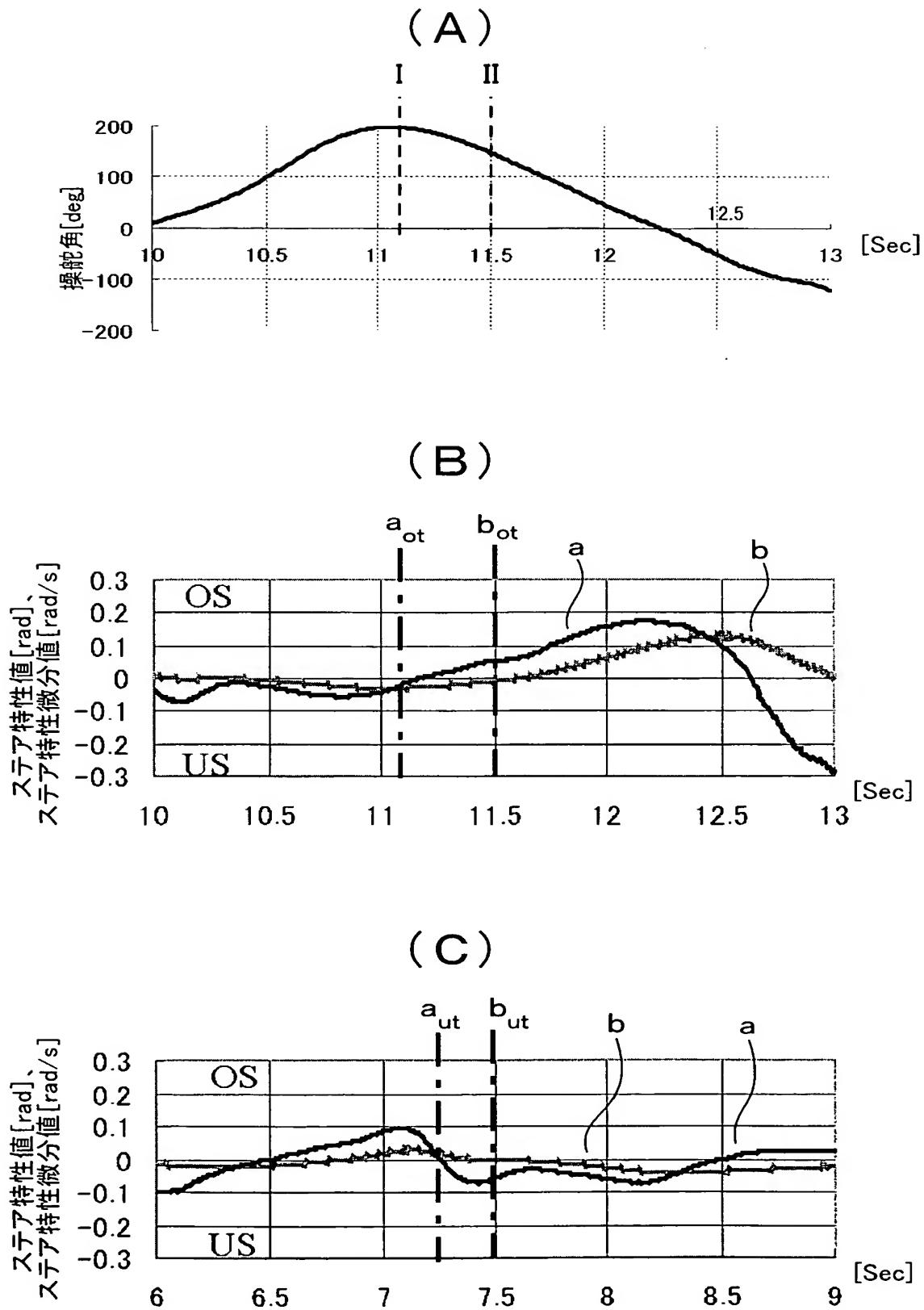


【図 7】

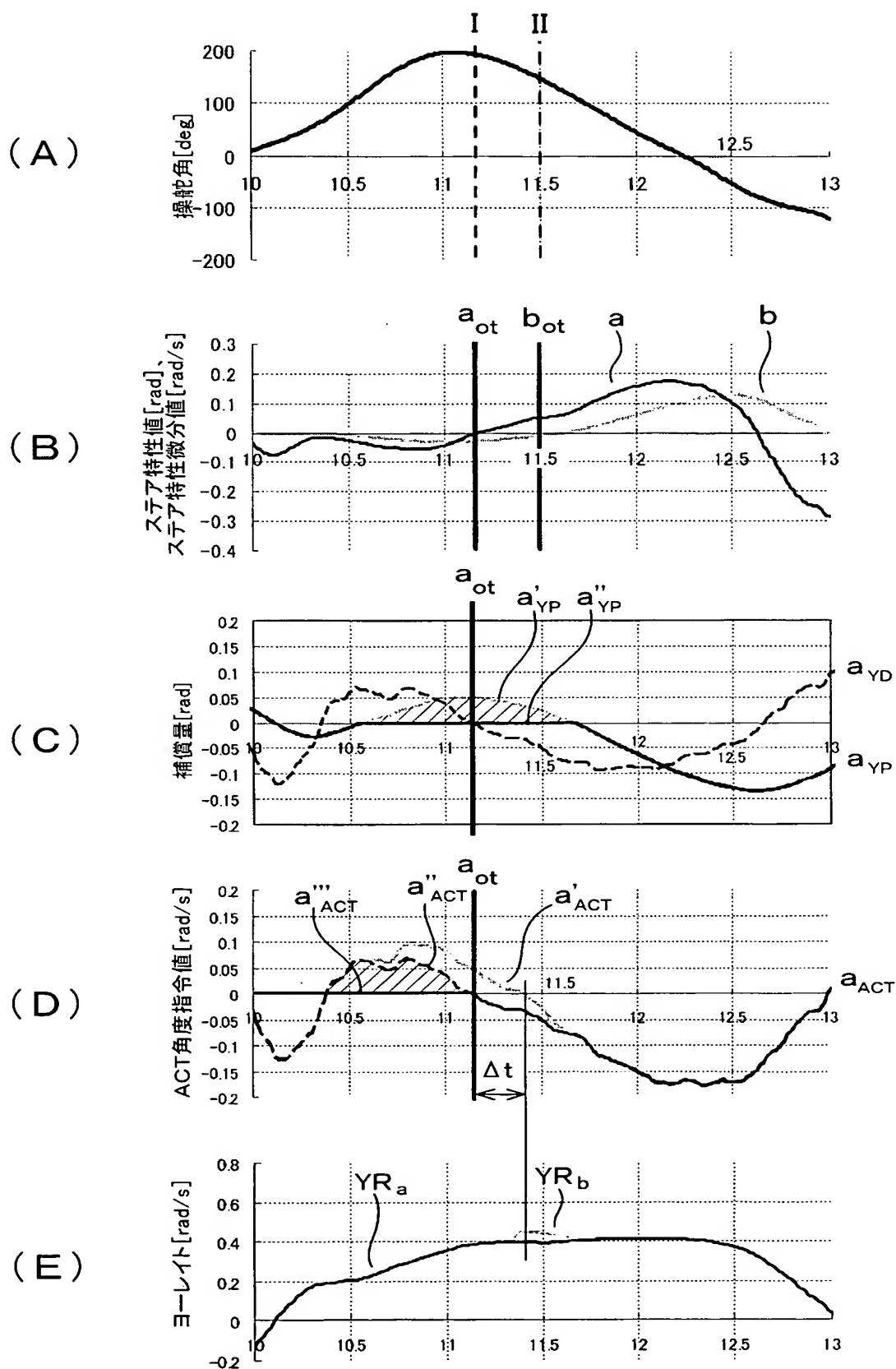




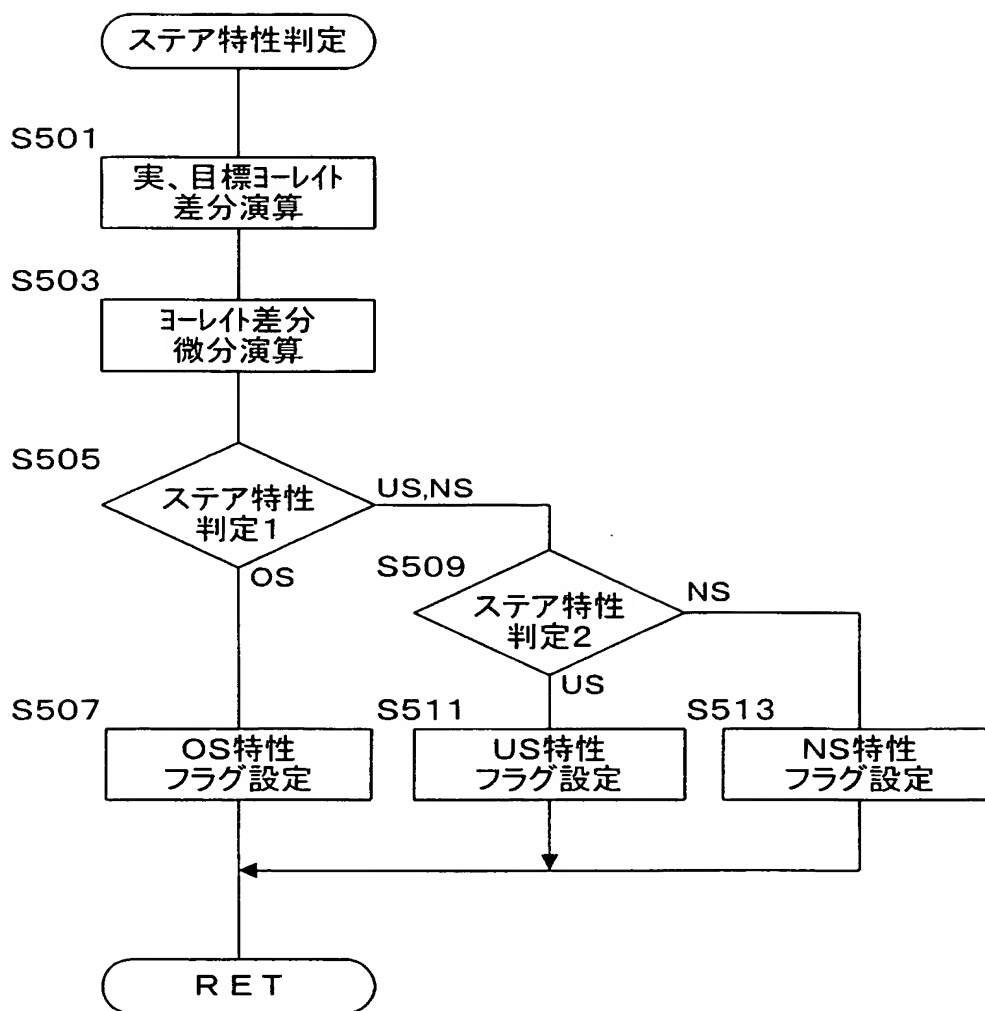
【図 8】



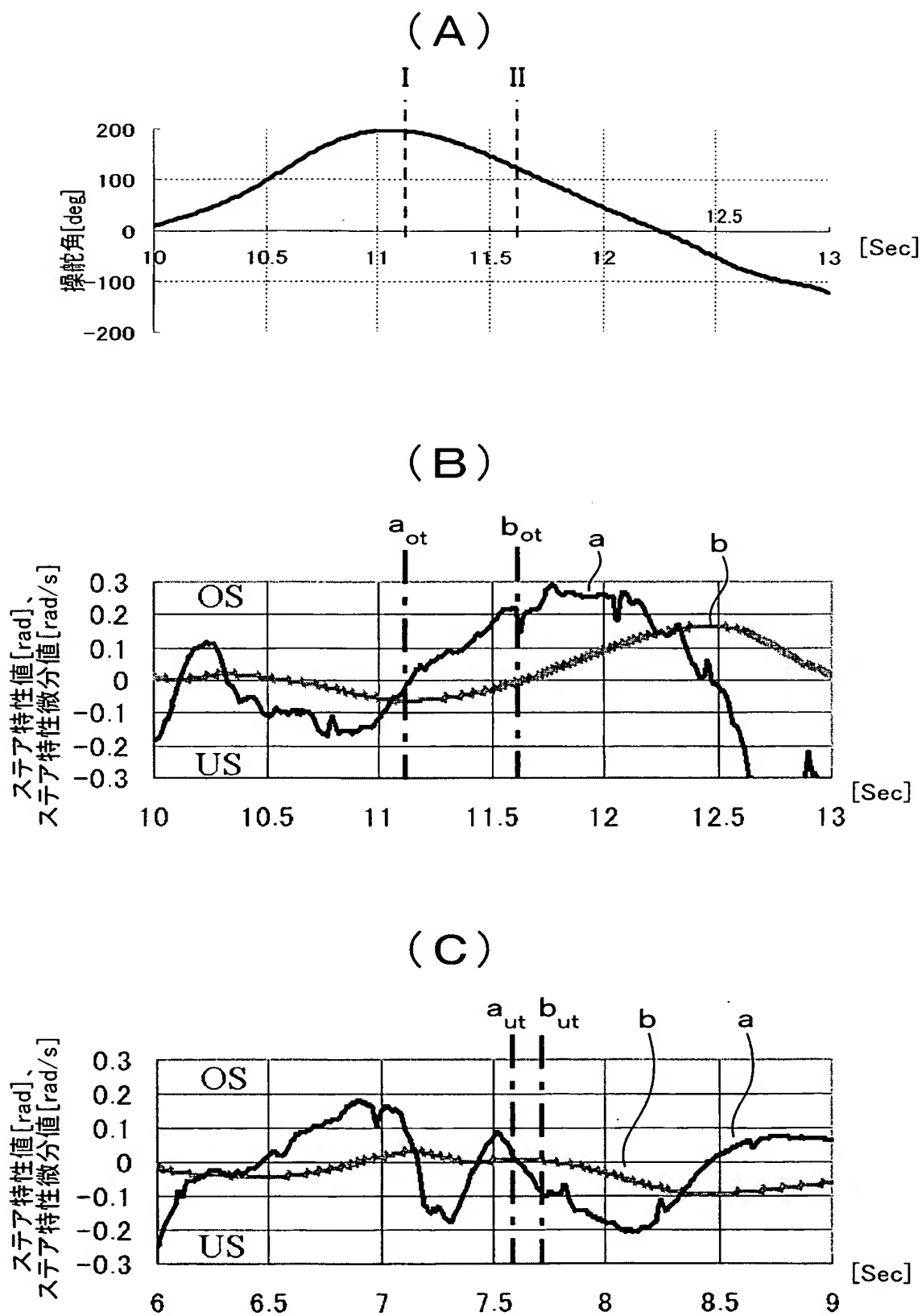
【図9】



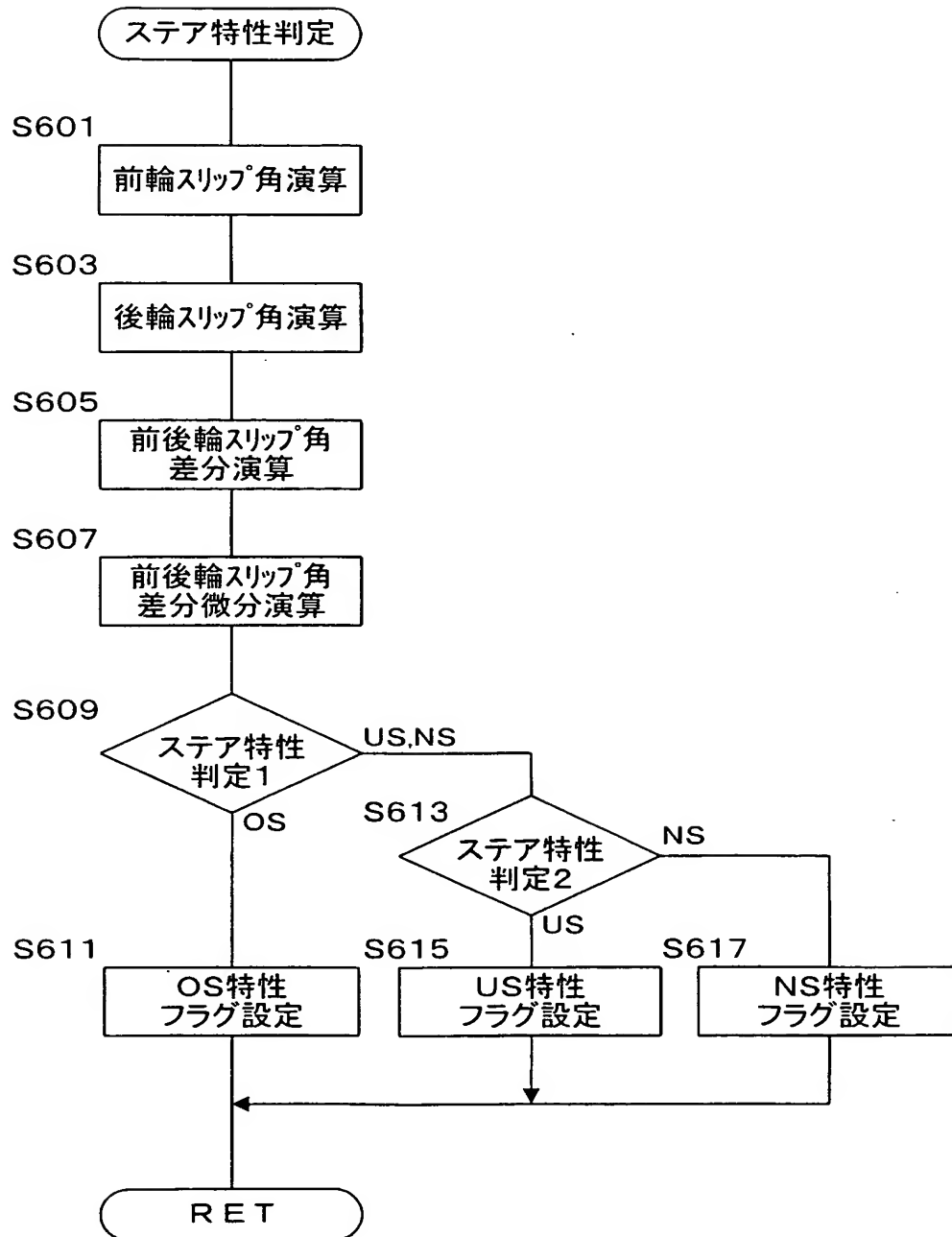
【図 10】



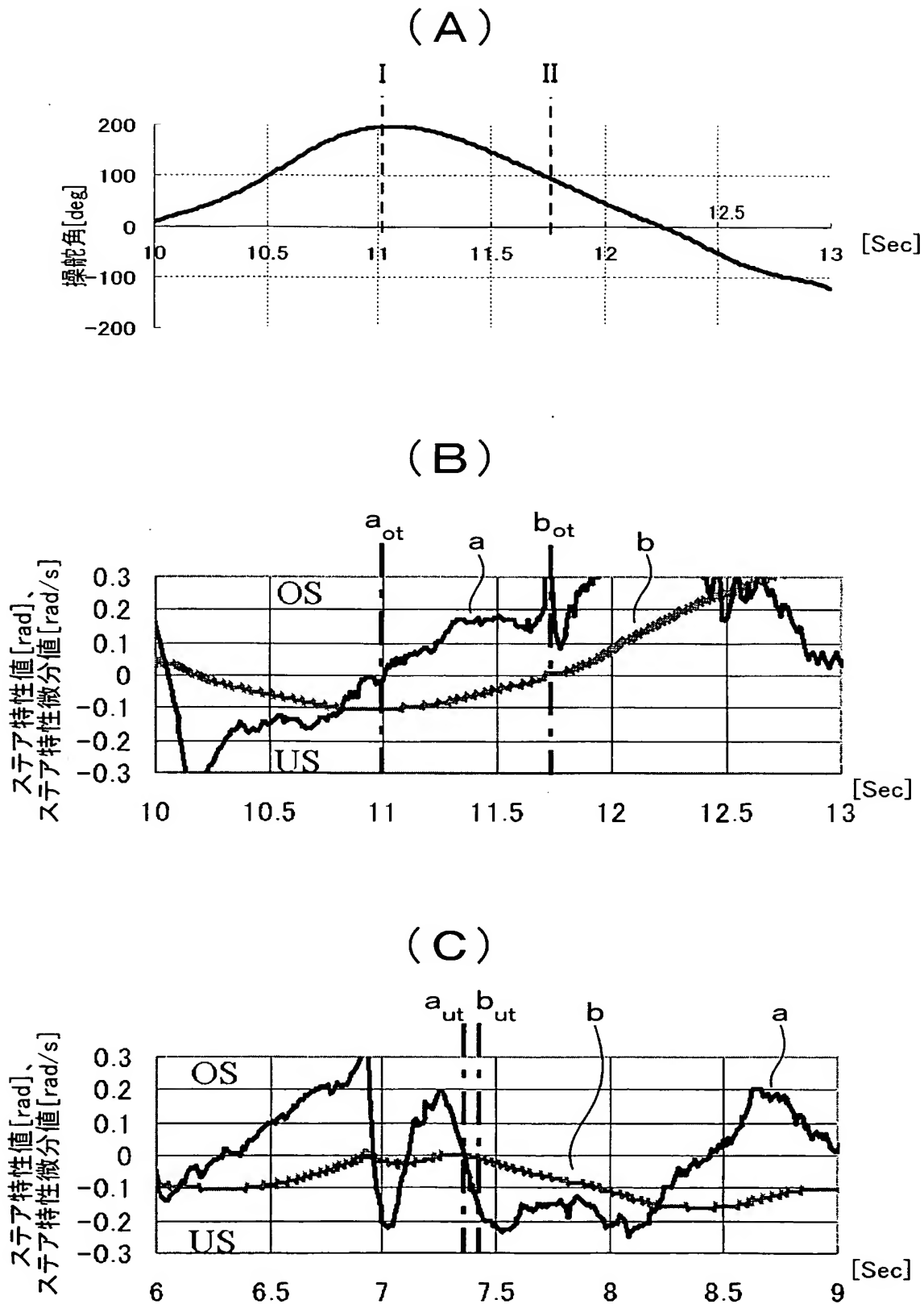
【図 11】



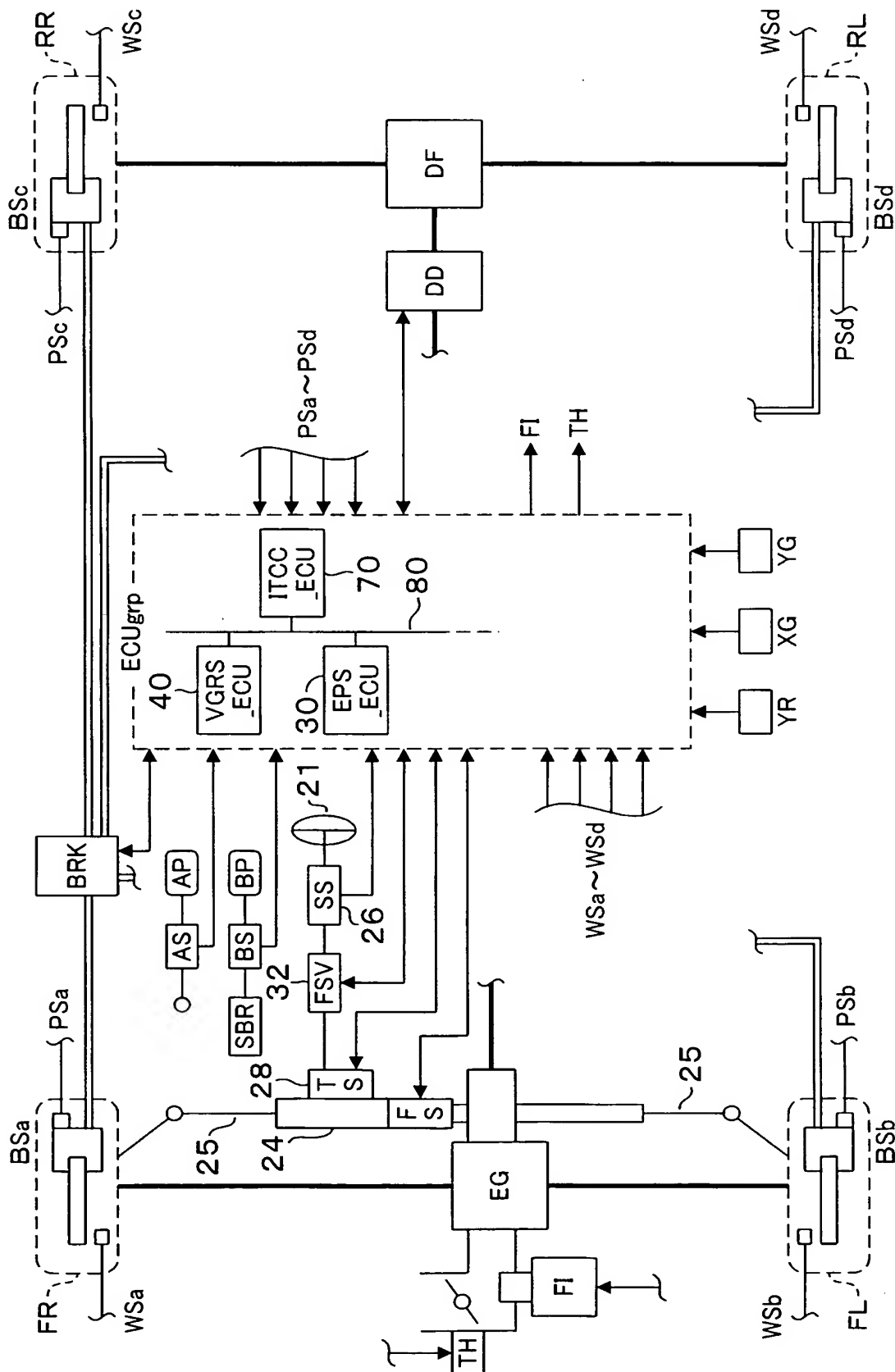
【図 12】



【図 13】



【図 14】







【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 車両の挙動安定性を向上し得る車両の運動制御方法および車両の運動制御装置を提供する。

【解決手段】 車両運動制御方法では、車体に対して上下方向の  $z$  軸の回りに発生する車両の挙動量であるスリップ角差分値を微分演算（S 2 0 3）して求められた挙動量微分値に基づいて車両のステア特性を判定する（S 2 0 5、S 2 0 9）。これにより、スリップ角差分値の位相が進むので、車両の運動状態がオーバーステアに移行するのか、アンダーステアに移行するのかといったステア特性の移行傾向を早期に求めることができる。したがって、当該車両の操舵制御または駆動力制御の開始タイミングを早めることができるため、車両の挙動安定性を向上させることができる。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 3 - 0 9 9 3 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 4 7 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県刈谷市朝日町 1 丁目 1 番地

氏 名

豊田工機株式会社